

Министерство науки и высшего образования и Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«__» _____ 2019г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СКОБА»**

Выпускная квалификационная работа
По направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»

Идентификационный код ВКР: 624

Исполнитель:
студент группы ЗТО-504

А. В. Лаубах

Руководитель:
доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 126 листа печатного текста, 14 иллюстраций, 41 таблицу, 31 использованных источников, а также 3 приложения.

Ключевые слова: Скоба, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, Многоцелевой станок, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЕРСПЕКТИВНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ПЛАН УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного вертикального многоцелевого станка с ЧПУ ХН7145А

Выбран метод получения заготовки в области порошковой металлургии

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на станке с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования многоцелевого станка с ЧПУ.

В методической части проведена корректировка программы подготовки «Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ с учётом стартовой подготовки фрезеровщика 4 разряда. Разработана методика проведения занятия в рамках этой программы.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ			
Изд.	Лист	№	Подп.	Дата				
Разраб.	Лаубах А.В.				Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Скоба» пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Козлова Т.А.						2	126
Н. контр.	Суриков В.П.					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Кафедра ИММ Группа ЗТО-504		
Зав. каф.	Гузанов Н.Б.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	6
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	6
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....	12
2.1. Определение типа производства.....	12
2.2. Выбор заготовки и методов её получения.....	14
2.3. Подготовка шихты	19
2.4. Прессование заготовки	21
2.5. Спекания заготовки.....	27
2.6. Калибровка заготовки.....	30
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СКОБА».....	33
3.1. Выбор технологических баз	33
3.2. Выбор методов обработки поверхностей	35
3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	37
3.4. Выбор средств технологического оснащения	37
3.5. Выбор режущего инструмента.....	42
3.6. Расчет режимов резания	48
3.7. Расчет технических норм времени	49
3.8. Разработка управляющей программы.....	56
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	64
4.2. Расчет капитальных затрат.....	64
4.3. Расчет технологической себестоимости детали	68

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	83
5.1. Анализ содержания программы подготовки рабочих	83
5.2. Анализ профессионального стандарта.....	84
5.3. Анализ учебного плана подготовки рабочих	90
5.4. Анализ содержания темы	98
5.5. Разработка плана учебного занятия	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А Перечень листов графических документов	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Комплект слайдов	111
ПРИЛОЖЕНИЕ В Операционные карты.....	122

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных изобретений за последние годы стали станки с числовым программным управлением. С их появлением значительно возросли производственные мощности предприятий, увеличилось качество выпускаемой продукции, снизились себестоимости и возросли многократно прибыли.

Преимуществом станков с ЧПУ является производственная гибкость, высокая точность и повторяемость обработки. Это значит, что для обработки разных деталей нужно всего лишь заменить программу. А уже проверенная и отработанная программа может быть использована в любой момент и любое число раз.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Скоба» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- разработка технологического процесса обработки детали «Скоба» с использованием возможностей ПО AutoCAD Inventor Professional 2019;
- разработка управляющей программы для выполнения; механообработки с помощью постпроцессора для стойки Fanuc Oi MC;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка вопроса переподготовки персонала для работы на фрезерном многоцелевом станке Lunan XH7145A.

В разработанном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В детали «Скоба» со всеми техническими требованиями, годовая программа выпуска деталей 10000 деталей.

Тип производства – среднесерийный.

Для разработки технологического процесса необходимы данные, имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения.

1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Исходная информация подразделяется на базовую, руководящую и справочную (ГОСТ14.301-83).

Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации, в чертеже детали, а также годовую программу выпуска этих деталей (исходные данные).

Деталь «Скоба» предназначена для передачи электрического тока в корпусе контактной группы для промышленного оборудования

изготавливается из медного порошка ПМС-1 ПМС-М Порошки медные электролитические применяют для изготовления деталей методом порошковой металлургии в электротехнической, химической промышленности и машиностроении. По ГОСТ 4960-2017 выпускают порошки медные электролитические следующих марок

ПМС-1 порошок стабилизированный;

ПМС-Н порошок стабилизированный низкодисперсный;

В таблице 1 приведены химические свойства медного порошка ПМС-1

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Химические свойства порошка ПМС-1

Cu	Fe	Pb	As	Sb	O ₂	SO ²⁻⁴	HNO ₃	Влаги не более
Меди не менее	Железа	Свинец	Мышьяк	Сурьма	Кислород	Сернокислых соединений металлов в пересчете на сульфат-ион	Прокаленного остатка после обработки азотной кислотой	
99.5	0.018	0.05	0.003	0.005	0.2	0.01	0.04	0.05

Таблица 2 - Технологические свойства меди

Плотность	8,93*10 ³ кг/м ³ ;
Удельный вес	8,93 г/см ³ ;
Удельная теплоемкость при 20 °С	0,094 кал/град;
Температура плавления	1083 °С ;
Удельное сопротивление при 20 °С	0,0167 Ом*мм ² /м;
Удельная теплота плавления	42 кал/г;
Температура кипения	2600 °С ;
Коэффициент линейного расширения	(при температуре около 20 °С) - 16,7 *10 ⁶ (1/град);
Коэффициент теплопроводности	335ккал/м*час*град;

Область применения медного порошка ПМС-1 производства спеченных изделий в автомобильной металлургической электротехнической авиационной машиностроительной промышленности для изготовления колец втулок подшипников электротехнических контактов электродов щеток электрических машин товаров народного потребления и фильтров для тонкой очистки масел.

Область применения медного порошка ПМС-Н в металлокерамической промышленности для изготовления менее ответственных деталей.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Скоба»

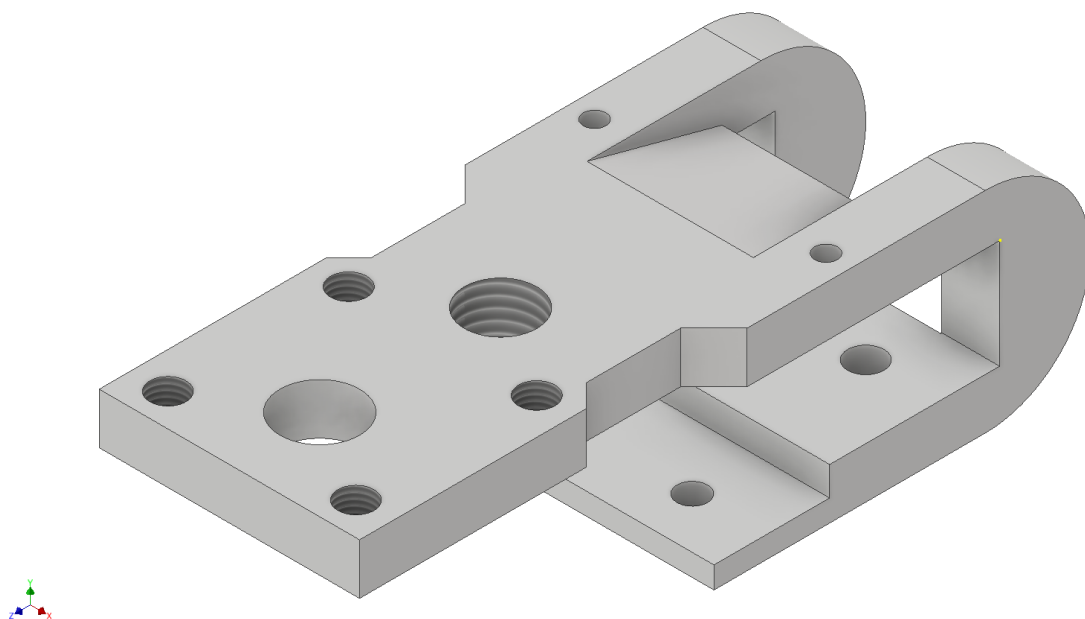


Рисунок 1 - 3D модель детали «Скоба»

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства. Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный

Качественная оценка технологичности

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее точные пресованные затем калиброванные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы. Обеспечена достаточная жесткость детали. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки. Конструкция детали позволяет выполнять обработку с двух установок в специально разработанном приспособлении.

Количественная оценка технологичности детали

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73 и сравниваются с базовыми показателями. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей и сравнить с базовыми

показателями. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей и сравнить с базовыми показателями. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4,

где T_i – квалитеты;

$Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

В соответствии с ГОСТ 18831-73 значения базовых коэффициентов, следующие:

- коэффициент точности $K_{T_{баз}} = 0,8$;
- коэффициент шероховатости $K_{Ш_{баз}} = 0,18$.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
14	16	224

$$\Sigma n_i = 16; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 224$$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{224}{16} = 14 \quad (2)$$

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{14} = 0,928 \quad (3)$$

т. к. $K_{TЧ}=0,928 > K_{Tбаз}=0,80$, следовательно данная деталь технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

Π_i	n_i	$\Pi_i \cdot n_i$
6,3	20	100,8

$$\Sigma n_i = 20; \quad \Sigma \Pi_i \cdot n_i = 100,8$$

$$\Pi_{cp} = \frac{\Sigma \Pi_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{100,8}{20} = 5,04 \quad (4)$$

$$K_{\Pi} = \frac{1}{\Pi_{cp}} = \frac{1}{5,04} = 0,198 \quad (5)$$

т.к. $K_{\Pi}=0,198 > K_{\Piбаз}=0,18$, следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [6, с. 29]:

$$K_m = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{0,731}{1,608} = 0,454 \quad (6)$$

Низкий коэффициент материала говорит о том, что вероятный вариант получения заготовки – методом прессования оптимален.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать типу производства и его организационно-техническим характеристикам, которые были определены выше. Общие правила разработки технологических процессов определены ГОСТ 14.301-83. В соответствии с указанным стандартом технологические процессы подразделяются на три вида: единичный, типовой и групповой.

2.1. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [6, с. 33]:

Тип производства	K_{30}
Массовое	≤ 1
Крупносерийное	св. 1 до 10
Среднесерийное	св. 10 до 20
Мелкосерийное	св. 20 до 40
Единичное	св. 40

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали $m_{\text{дет}}=731,841$ гр. и годовой программе выпуска $N=10000$ шт., примем тип производства - среднесерийный.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций K_{zo} .

Коэффициентом закрепления операций K_{zo} определяемого по формуле [6, с. 33]:

$$K_{z.o.} = \sum O / \sum P, \quad (7)$$

где $\sum O$ - суммарное число операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска $N=10000$ шт. Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [6, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{\text{шт}} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{z.n.}), \quad (8)$$

где $F_d=3946$ ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе оборудования;

$\eta_{z.n.}=0,85$ – нормативный коэффициент загрузки.

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Определим фактический коэффициент загрузки $\eta_{z.f}$ по [6, с. 33]:

$$\eta_{z.f.} = m_p / P \quad (9)$$

Количество операций по формуле [6, с. 33]:

$$O = \eta_{z.n.} / \eta_{z.f.} \quad (10)$$

Рассчитаем K_{zo} для разрабатываемого варианта тех. процесса по (7), (8):

$$m_p = 10000 \cdot 44,15 / (60 \cdot 3946 \cdot 0,85) = 2,19; \text{приму } P=2;$$

$$\eta_{z.f.} = 2,19 / 2 = 1,095; O = 0,85 / 1,095 = 0,776, \text{примем } O=1.$$

Тогда по (1): $K_{z.o.} = 2 / 1 = 2$, что соответствует среднесерийному типу производств.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированный. Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве. Количество деталей в партии:

$$n \frac{N*a}{254}, \quad (11)$$

где а- периодичность поступления заготовок а=3 дня

Тогда по (5):

$$n \frac{N*a}{254} = \frac{10000*3}{254} = 118 \text{ шт.} \quad (12)$$

2.2. Выбор заготовки и методов её получения

Исходные данные:

- масса детали 731,841 гр.;
- габариты детали: 99,5x39 мм;
- материал – Медь ГОСТ 4960-2017
- годовое число деталей 10000 шт.

Для получения заготовки примем уникальный цикл производства в порошковой металлургии.

Цех по производству порошковых изделий (ЦППИ) – крупнейший в России производитель изделий на основе меди методом порошковой металлургии.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мощность производства – до 600 т/год.

Цех делится на два участка, первый участок прессовочный, второй механический.

На прессовочном участке изготавливают изделия путём прессования медного порошка и последующего спекания в печах.

Нужные размеры и форма деталей достигаются за счет использования прессов усилием 300-1000 тонн – по технологии каждая деталь прессуется отдельно.

На механическом участке изготавливаются приспособления и оснастка для прессовочного участка, а также ремонтные работы износившихся деталей прессов.

Также на механическом участке имеются станки с ЧПУ, на которых дорабатываются некоторые позиции сложных деталей, которые невозможно получить методом прессовки такие как сверление отверстий, фрезерование пазов и т.д.

В ЦППИ используются два прогрессивных процесса производства (для изготовления спеченных изделий и изделий из дисперсно-упрочненных композиционных материалов.

Первый, основанный на традиционной технологии изготовления прессованных спеченных изделий, обеспечивает экономическую эффективность и конкурентоспособность продукции за счет высокой степени использования материала, точности размеров и форм, что практически полностью исключает необходимость дальнейшей механической доработки деталей.

Технологический процесс включает следующие операции:

- подготовка шихты. Смешивание исходных компонентов в смесителях (биконических, эксцентрических или плужковых);

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- прессование шихты проводится на гидравлических и механических прессах-автоматах при комнатной температуре в жесткой пресс-форме, обеспечивающее необходимую плотность и точность заготовки;

- спекание прессованных заготовок проводится в проходных ленточных печах в восстановительной атмосфере водорода;

- калибровка спеченных заготовок проводится на автоматических гидравлических и механических прессах в жестких формах с целью получения точных геометрических размеров, заданных величин твердости. Эта операция используется для получения деталей сложной формы путем холодного объемного деформирования пористой спеченной заготовки;

- масло пропитка производится путем вакумирования погруженных в подогретое масло пористых деталей. Применяется для подшипников скольжения, которые таким образом «заправляются» смазкой на весь срок службы.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Технология изготовления прессованных спеченных изделий представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Технологическая схема изготовления прессованных спеченных изделий

Участок спеченных изделий оснащен высокопроизводительным прессовым оборудованием усилием от 20 до 4000 кН как российского, так и германского (фирма «Dorst») производства, а также проходными конвейерными печами фирмы «Cremer» (Германия) и ОАО «Термотрон - Пульс» (г. Брянск, Россия).

Основу производственной программы участка составляют детали электротехнического назначения из порошковой меди (типовые контакты для электрических низковольтных аппаратов; различные коллекторные заготовки для малогабаритных электродвигателей; крупногабаритные ламели), а также бронзографитовые подшипники скольжения.

Парк освоенных деталей превышает две сотни единиц и пополняется 2-4 новыми позициями каждый месяц.

Суммарный объем произведенной и реализованной продукции цеха непрерывно растет благодаря целенаправленной работе отдела порошковой металлургии по маркетингу и сбыту, даже несмотря на то, что многие из заказчиков, оказываясь в тяжелом финансовом положении, сокращают заказы или вовсе прекращают закупки комплектующих, останавливают производство.

Непрерывно проводится поиск новых потребителей, прорабатываются не только технические, но и финансовые, выстраиваются и реализуются товарообменные и зачетные взаимоотношения, как двух, так и многосторонние. Активное участие в выставках и научно-практических конференциях позволяет правильно оценивать тенденции развития отечественной промышленности, находить новые области применения порошковых изделий.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 6 приведен маршрут получения детали.

Таблица 6 - Маршрут получения детали

Операция	Оборудования
Подготовка шихты	Смеситель плужковый
Прессование	Пресс S300
Спекание	Печь Cremer №1
Калибровка	Пресс 7238-01
Механическая обработка Разрезание заготовки на 2 детали	Станок фрезерный универсальный
Механическая обработка Фрезеровка углов	Станок 4х координатный IP200 ПМФ4 с системой ЧПУ FMS3000
Механическая обработка Сверлильная	Станок 3х координатный Lunan XH7145A. Система ЧПУ Fanuc
Упаковка	Весы электронные

2.3. Подготовка шихты

Одной из характерных особенностей цветной металлургии, наряду с энергоёмкостью и топливо ёмкостью, является её материалоемкость.

Шихта – это смесь поступивших на переработку материалов.

Основные требования к шихтам:

1. Химический состав должен быть неизменным;
2. Шихта должна обладать однородным минералогическим, гранулометрическим и химическим составом;
3. Крупность компонентов шихты должны находиться на оптимальном уровне;

4. Влажность шихты должна быть подходящей.

Выделяют две группы подготовительных операций, это химическую и механическую.

рассмотрим, что входит в *механическую подготовку*:

1. Хранение и складирование шихтового материала;

2. Измельчение материалов (флюсы, руды итд);

3. Сортировка по размерам;

4. Обезвоживание исходных материалов сгущением, сушкой и фильтрованием. В некоторых случаях производится обратный процесс – увлажнение;

5. Окускование мелких материалов (рудная мелочь, концентраты);

6. Приготовление шихты, путём смешивания её составных частей.

В таблице 7 приведены исходные данные для приготовления шихты.

Таблица 7 - Исходные данные для приготовления шихты

Оборудование	Смеситель плужковый
Материал медь ПМС-1 ПМС-Н	ГОСТ 4960-2017
Насыпная плотность г/см ³	2,7
Время смешивание	15мин
Последовательность загрузки компонентов	ПМС-1+ ПМС-Н + Стеарат цинка
Оборудования для контроля	Весы электронные класс точности высокий ГОСТ 53228-2008
	Волюмометр
	Воронка ГОСТ 19440-94

Процесс получения

Плужные смесители (плужковые смесители) предназначены для смешивания увлажненных, сильно налипающих и комкующихся сыпучих материалов.

При вращении приводного вала смешиваемые компоненты перемещаются плужками по сложной траектории: от стенок к оси корпуса. Масса материала движется от одного плужка к другому, меняя траекторию движения. В результате этих перемещений происходит процесс смешивания загруженных в корпус компонентов смеси.

2.4. Прессование заготовки

Прессованием порошков получают полуфабрикаты (прессовки, брикеты) с размерами, необходимыми для изготовления изделий с учетом деформаций при последующих операциях (спекание, калибрование и т. п.). Прочность прессовок должна быть достаточной, чтобы они могли выдержать, не разрушаясь, перенос и упаковку перед спеканием.

Прессование производят на гидравлических прессах. При прессовании порошок обычно обжимают в 2,5—5 раз (в зависимости от величины его объемной характеристики и требуемой плотности прессовок).

Детали простейшей пресс-формы для одностороннего прессования: матрица, которая служит для формирования боковой поверхности прессовки и загрузки порошка; подвижный пуансон для формирования верхней поверхности прессовки или обжатия порошка; подставка для формирования нижней поверхности прессовки и предохранения от высыпания порошка.

При двустороннем прессовании, обеспечивающем более равномерное распределение плотности, подставку заменяют нижним пуансоном. Для формирования внутренних отверстий служат стержни-сердечники.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

В пресс-формах для прессования имеются также различные вспомогательные детали (ограничители) для обеспечения точности размеров прессовки и равномерного прессования с обоих концов и т. п. Пресс-формы по способу удаления прессовок разделяются на два типа: с выпрессовкой изделий после прессования и с удалением изделий в результате разборки после прессования.

Наиболее ответственную и подверженную износу деталь пресс-формы матрицу готовят из углеродистой или легированной стали с твердостью по Роквиллу после термической обработки 58—64 (сталь У10А, ХГ, ШХ15, ХВГ, Х12М, 3Х2В8, Р9, Р18).

Давление прессования складывается из:

- 1) давления, затрачиваемого на собственно уплотнение порошка при отсутствии потерь на внешнее трение частиц о стенки пресс-формы и при равномерном распределении давления и плотности во всех местах прессовки;
- 2) давления, идущего на преодоление внешнего трения частиц о стенки пресс-формы;
- 3) дополнительного давления, вызванного неравномерным распределением давления и плотности в разных местах прессовки.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 8 приведены исходные данные для прессования.

Таблица 8 - Исходные данные прессования

Оборудование	Пресс KOMAGE S300
Усилие прессования P_{max}	112 тон
Число ходов в мин	3
Высота матрицы мм	160
Высота засыпки мм	130
Заход верхнего пуансона мм	50
Путь стягивания мм	94
Масса прессовки гр.	737

На рисунке 3 изображена 3D модель заготовки «Скоба».

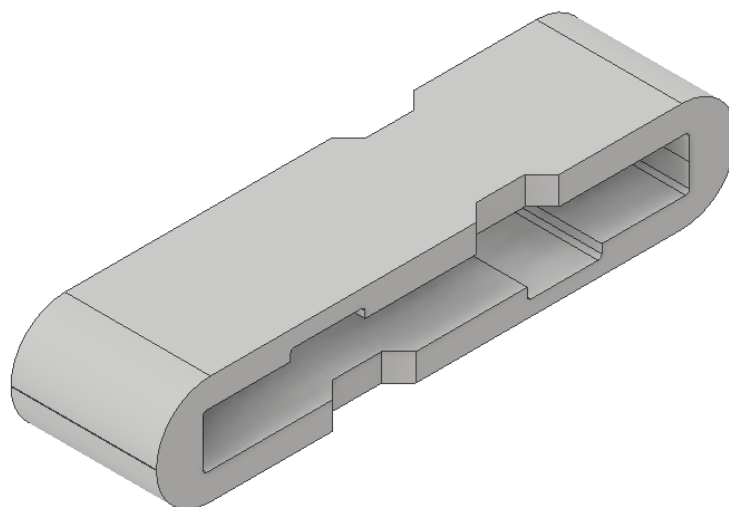


Рисунок 3 - 3D модель заготовки «Скоба»

Автоматический пресс КОМАГЕ серии S современный гидравлический пресс с ЧПУ-управлением и высокой производительностью нового поколения прессов.

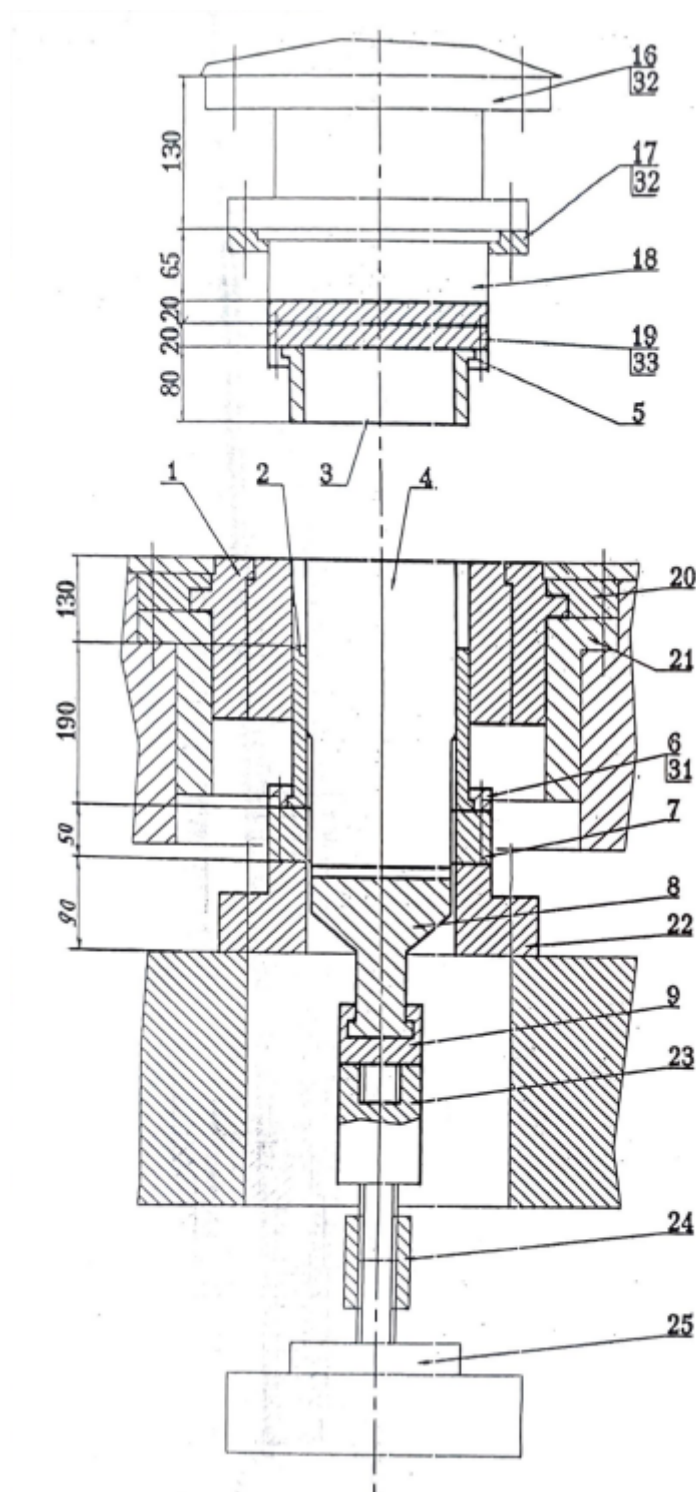
Пресс предназначен для прессования деталей из металлического порошка. Новейшие технологии в электронном и гидравлическом управлении в сочетании с низким уровнем потребления энергии делают возможным сочетание экономичного производства и высокого качества.

В таблице 9 приведены технические параметры пресса KOMAGE S300.

Таблица 9 - Технические параметры пресса KOMAGE S300

Компактируемый материал	Порошкообразные массы
Макс сила прессования	3000 kN
Макс противодействующая сила(матрица)	2100 kN
Ход верхнего ползуна	220 мм
Высота заполнения	200 мм
Сила нижнего ползуна	1500 kN
Ход нижнего ползуна	150 мм
Сила центрального стержня	250 kN
Ход центрального стержня	150 мм
Электропитание	400 Вольт
Класс безопасности	IP 54
Размеры	5401мм(Д) x 2337мм (Ш) x 6600мм (В)
Вес	26,5 тон
Точность прессования	0,01мм

На рисунке 4 приведена прессформа для детали скоба.



1	Матрица
2	Пуансон верхний
3	Пуансон нижний
4	Стержень
5	Пуансонодержатель
6	Пуансонодержатель
7	Прокладка
8	Стержнедержатель
9	Стержнедержатель
<i>Комплектующие</i>	
16	опора
17	прижим
18	стойка
19	прокладка
20	кольцо прижимное
21	Стакан
22	Опора
23	Переходник
24	гайка
25	опора

Рисунок 4 прессформа для детали «Скоба»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.624. ПЗ

Лист

25

На рисунке 5 показана заготовка после операции прессования.

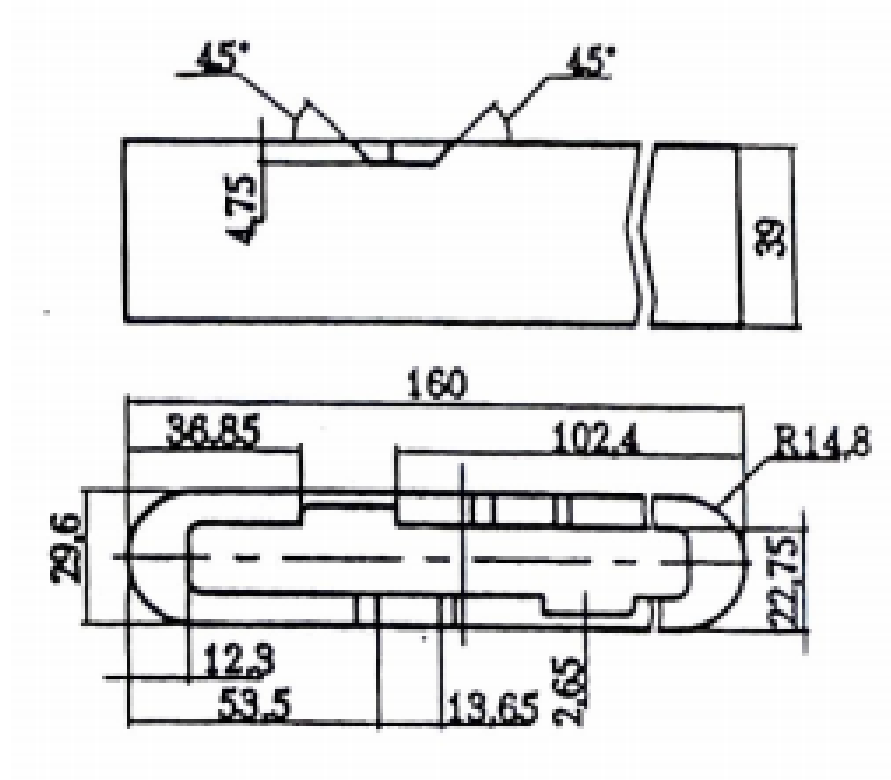


Рисунок 5 – Размеры детали после операции прессования.

Процесс получения готовой заготовки

Формование изделий осуществляется путем холодного прессования под давлением 112 тон в жёстко закрытой пресс-формы, пресс-инструмент ориентирован, вертикально. Смесь порошков свободно засыпается в полость матрицы, объёмная дозировка регулируется ходом нижнего пуансона.

Пресс-порошок брикетируется в полости матрицы между верхним и нижним пуансоном. Сформованный брикет выталкивается из полости матрицы нижним пуансоном. Для формования используется пресс S300 с гидравлическим приводом.

Полученная прессовка имеет размер и форму готового изделия, а также достаточную прочность для перегрузки и транспортировки к печи для спекания.

2.5. Спекания заготовки

Спекание – сложный физико-химический процесс. В нем сочетаются явления, в первую очередь определяющие перенос массы, и явления, зависящие от взаимодействия компонентов и состава газовой атмосферы, в которой происходит спекание.

Печь состоит из двух основных узлов: загрузочного стола, где размещаются прессованные изделия, и камеры нагрева, которая состоит из пяти зон. Также в печи установлен холодильник с системой активного охлаждения деталей. Это позволяет увеличить скорость движения транспортера с готовыми изделиями, а значит, повышается производительность печи. Контролирует процесс спекания изделий автоматическая система. Ее управление осуществляется персоналом через экран монитора, где отображен весь технологический процесс в режиме реального времени.

В процессе спекания благодаря большой подвижности атомов; при повышенной температуре увеличивается поверхность сцепления частиц, контакт из неметаллического (обусловленного наличием окисных пленок) становится металлическим, повышается прочность изделия, изменяются его размеры и свойства.

В процессе спекания происходит термическая обработка изделий при температурах от 800 до 1050°C, а также их выдержка от нескольких минут до нескольких часов. Операция выполняется после прессования изделий для придания им необходимых физико-механических свойств.

Практической целью спекания является достижение определённого уровня требуемых свойств, формирующихся в процессе нагрева деталей.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На рисунке 10 приведены исходные данные для спекания детали «Скоба».

Таблица 10 - Исходные данные для Спекания детали «Скоба»

Оборудования	Печь Cremer
Скорость движения ленты	5.5 м/ч
Температура по зонам	I 780°C
	II 800°C
	III 1020°C
	IV 1035°C
	V 1045°C
Количество деталей на 1м	18 шт

В таблице 11 приведены технические данные печи Cremer.

Таблица 11 Технические данные печи Cremer.

Пропускная способность	100 кг/час
Ширина ленты	400 мм
Длина корпуса печи	6420 мм
Высота печи	3650 мм
Длина зоны охлаждения	6000 мм
Общая длина печи	16600 мм
Количество регулируемых зон	5
Нагреваемая длина	2800 мм
Температура макс	1120°C

Приводная станция для ленты

Привод ленты уложен под корпусом печи, на стороне загрузки. Предназначается для линейного привода, посредством 6 синхронно приводимых валиков. Это конструктивное исполнение обеспечивает исключительно мягкий привод ленточного конвейера.

Для привода применяется бесступенчато регулируемый двигатель с прифланцованным редуктором.

Корпус печи представляет собою сварную, газонепроницаемую конструкцию из стальных листов, с внутри расположенными ребрами.

Для системы нагрева в корпус печи уложена газонепроницаемая коробка выводов. На участке входной зоны и в зоне спекания крышка печи выполнена поднимающейся.

Зона предварительного нагрева

Длина зоны составляет 1.800 мм. Вмонтированная мощность нагрева составляет всего 50 кВт подразделяется на 2 регулируемые зоны, каждая по 25 кВт.

Максимальная рабочая температура составляет 800 находящийся на участках спекания стеарат испаряется. При протекании потока защитного газа, пары стеарата принудительно направляются к входной точке муфеля, и сжигаются газовой пеленой. На этой точке имеется регулируемая задвижка, предназначенная для регулирования отверстия по высоте, в зависимости от размера подлежащих спеканию деталей. При этом размер отверстия удаётся сократить до минимума и, следовательно, представляется возможным создать такие рабочие условия, позволяющие расход защитного газа максимально ограничить.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Высокотемпературная зона

Длина высокотемпературной зоны составляет 2800 мм.

Вмонтированная мощность нагрева составляет всего 75кВт, подразделяется на 3 регулируемые зоны.

Максимальная рабочая температура составляет 1120 °С.

Зона охлаждения

Длина водоохлаждаемой зоны охлаждения составляет примерно 6000 мм, подразделяется на отдельные камеры, расход воды составляет примерно 1.5 м³/час.

Каждая охлаждающая камера укомплектована термометром, предназначенным для постоянного контроля температуры охлаждающей воды.

2.6. Калибровка заготовки

Калибровка. Это вторичное формирование, необходимое для выравнивания, сглаживания или иных исправлений поверхности, чтобы придать точно установленные габариты и припуски на детали.

Для калибровки детали «Скоба» понадобится Пресс гидравлический усилием 6300 кН модели 7238-01.

Пресс предназначен для холодной калибровки изделий из медных порошков.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 12 приведены технические характеристики гидравлического пресса.

Таблица 12 - Основные технические характеристики пресса модели 7238-01

Номинальное усилие	6300 кН
Ход ползуна	400 кН
Усилие нижнего цилиндра	2000 кН
Усилие центрального стержня	100 кН
Скорость ползуна	250 мм/с
Скорость штока	90 мм/с
Суммарная мощность электродвигателей	90 кВт
Габариты пресса	2770x4270x6150
Масса пресса	29000 кг

На рисунке 6 изображена деталь после операции калибрование.

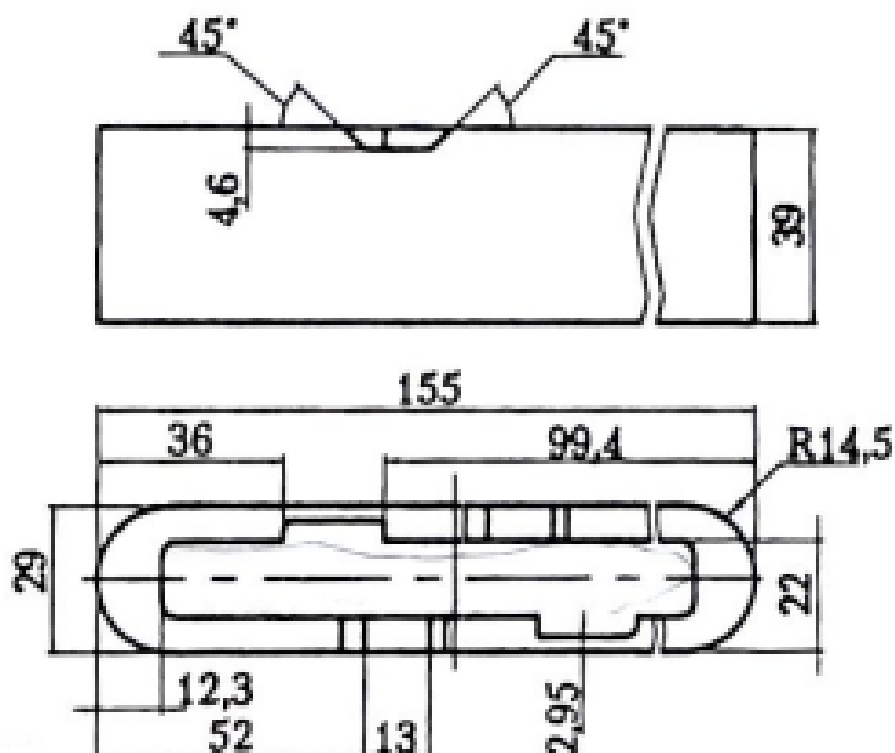
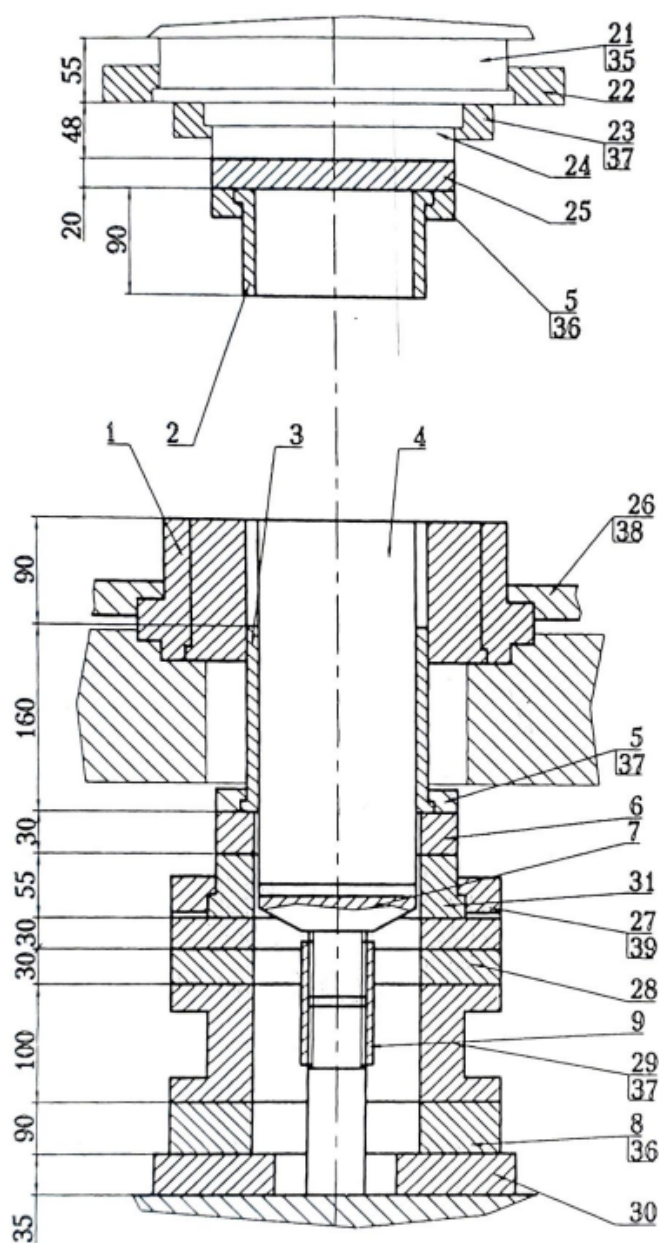


Рисунок 6 – Размеры детали после операции калибрование

Принцип работы прессы при калибровке детали

Заготовка помещается в матрицу она подымается вверх калибрует наружные размеры, пуансон верхний опускается до нужного размера и входит в матрицу, нижний пуансон неподвижный, стержень калибрует внутренние размеры.

На рисунке 7 изображен штамп калибровочный детали «Скоба».



1	Матрица
2	Пуансон верхний
3	Пуансон нижний
4	Стержень
5	Пуансонодержатель
6	Прокладка
7	Стержнедержатель
8	Прокладка
9	Переходник
<i>Комплекующие</i>	
21	Хвостовик верхний
22	Фланец верхний
23	Пуансонодержатель
24	Стойка
25	Прокладка
26	Кольцо прижимное
27	Пуансонодержатель
28	Прокладка
29	Стойка
30	Плита нижняя

Рисунок 7 – Штамп калибровочный детали «Скоба»

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СКОБА»

Технологический процесс механической обработки детали «Скоба» будет включать в себя 3 операции:

- 005 Разрезание заготовки на 2 детали на горизонтальном консольно-фрезерном станке модели 6Р81Г;
- 010 Фрезерование 4х заготовок на фрезерном горизонтальном 4х координатном станке с системой ЧПУ FMS3000;
- 015 Сверление и накатка резьбы на многоцелевом станке Lunan XH7145A с системой ЧПУ Fanuc Oi MC.

3.1. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках.

Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции 015, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет поверхность «А, Б, В».

Поверхность «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), а поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). В лишает одной степени свободы. Схема базирования является полной изображена на рисунке 8.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

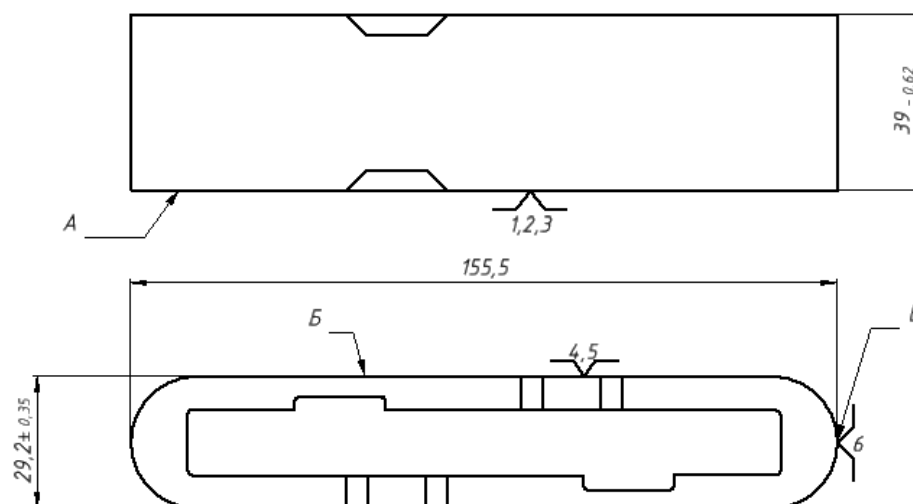


Рисунок 8 - Схема черного базирования

Чистовые базы используются на операции 010, 015.

Чистовая база — это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами является торец «Г» и поверхность «Д».

Торец «Г» — лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Д» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений). поверхность «Е» лишает деталь 1й степени свободы таким образом, базирование является полное.

Чистовое базирование, представлено на рисунке 9.

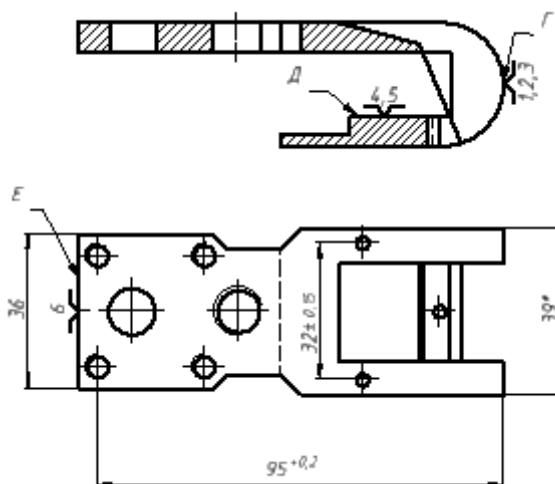


Рисунок 9 – Чистовые базы технологического процесса

3.2. Выбор методов обработки поверхностей

Применяемые при изготовлении изделий методы обработки и оборудования определяют уровень качества изделий и экономическую эффективность потока. В каждом конкретном случае из всех вариантов необходимо выбирать наиболее рациональный, снижающий трудоемкость операции, обеспечивающий простоту ее выполнения и заданный уровень качества.

На эскизе обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки. Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

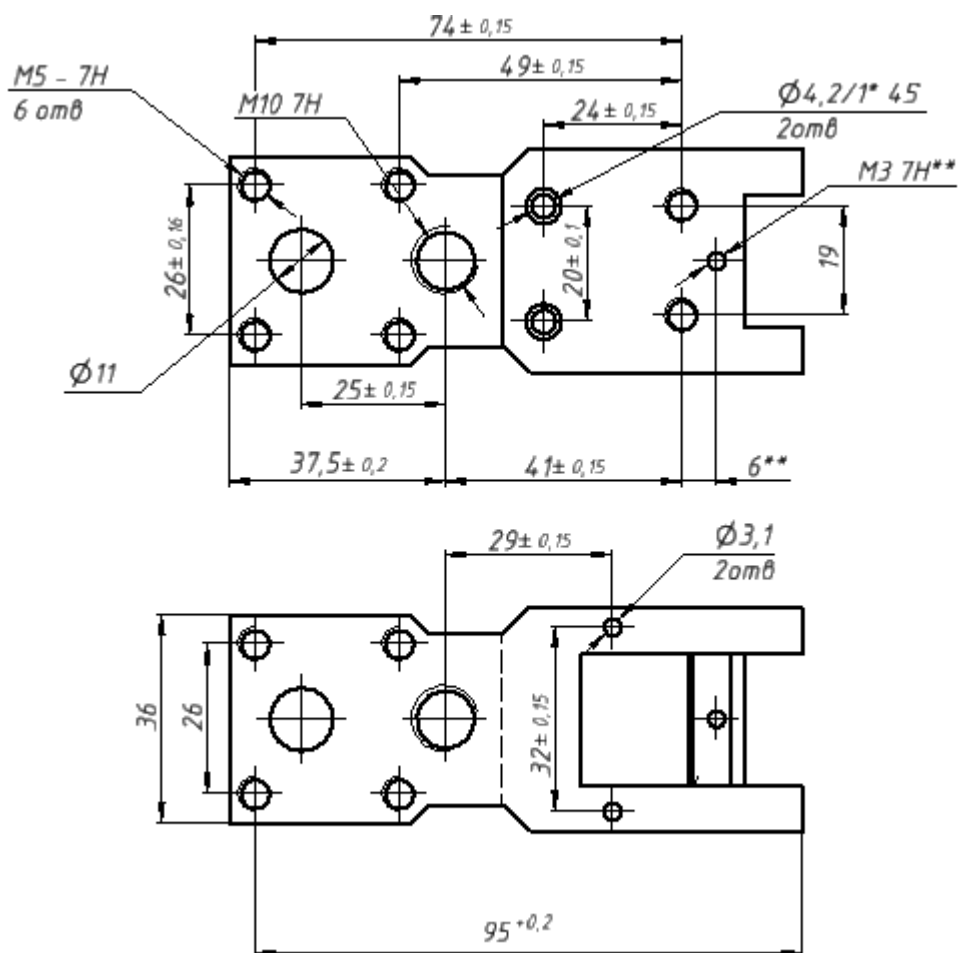


Рисунок 10 Эскиз детали «Скоба»

- Разрезания заготовки на 2 части;
- фрезеровка углов 23° и 15°;
- Отверстия М5 сверление Ø 4.3 и накатывания резьбы М5;
- Отверстие Ø 11 сверление;
- Отверстие М10 сверление Ø 9.3 и накатывания резьбы М10;
- Отверстия Ø 4.2 сверление и снятие фасок на 1 мм;
- Отверстие М3 сверление Ø 2.5 и накатывания резьбы М3;
- Отверстие Ø3.1 сверление;
- Фрезеровка размера 36.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.624. ПЗ

Лист

36

3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали, показано в таблице 13.

Таблица 13 - Проектный маршрут обработки детали «Скоба»

№ операции	Содержание операции – Комплексная на фрезерном станке с ЧПУ		Оборудования
005	Переход	Операция	Консольно-фрезерный 6P81Г
	1.	Разрезания детали на 2 части	
010	2.	фрезеровка углов 23° и 15°	ИР200ПМФ4
015 Установ А	3.	Сверление 4 отв Ø 4.2	Вертикальный Многоцелевой станок ХН7145А
	4.	Сверление 1 отв Ø 11	
	5.	Сверление 1 отв Ø 9.3	
	6.	Сверление 2 отв Ø 3.1	
	7.	Накатка резьбы М5 4 отв	
	8.	Накатка резьбы М10 1 отв	
	9.	Фрезеровка размера 36	
Установ Б	10.	Сверление Ø 4.2 4 отв	
	11.	Сверление Ø 2.5 1 отв	
	12.	Накатка резьбы м3 1отв	
020	Моечная		Машина моечная
025	Сушка		Стеллаж

3.4. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [6, с. 77].

Выбор оборудования

Выбор типа станка сочетается с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей. При выборе станка особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В дипломном проекте предлагается использовать:

- Универсальный консольно – фрезерный станок 6Р81Г;
- Горизонтально фрезерный станок ИР200 ПМ1Ф4;
- Вертикальный многоцелевой станок 3х координатный система ЧПУ FMS3000.

Горизонтально фрезерный станок ИР200 ПМ1Ф4

ИР200 ПМ1Ф4 предназначен для высокопроизводительной обработки особо сложных корпусных деталей из любых конструкционных материалов.

Непрерывный стол (дискретность, град. - 360000х0,001°), габариты стола 200х200 мм, система ЧПУ FMS300.

Все узлы и механизмы станка (рабочий стол, стойка, инструментальный магазин, накопитель паллет) смонтированы на жесткой станине коробчатой формы. Технические характеристики приведены в таблице 14.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 14 - Технические характеристики

Стойка поперечно - по оси X мм	360
Шпиндельная бабка вертикально - по оси Y, мм	250
Стойка продольно - по оси Z, мм	320
Поворотный стол - по оси В, - град	360
Размер паллеты, мм	200 x 200
Грузоподъемность паллеты, кг	60
Индексируемый поворот стола, град	0,001° x 360000
Количество паллет, шт	6
Время смены паллет, с	20
Мощность главного привода, кВт	5,5...7,5
Скорость вращения, мин	50...7100
Емкость инструментального магазина, шт	24
Время смены инструмента "от реза до реза",	с 15
Рабочие подачи по всем осям, в т.ч. подача поворотного стола на R=80 мм, мм/мин	1...7100
Наибольшие усилия рабочих подач, в т.ч. подачи поворотного стола на R=80 мм, Н	4000
Ускоренные перемещения по линейным осям, м/мин	12
Ускоренное угловое перемещение стола, об/мин	16
Класс точности	Повышенный
Габаритные размеры станка, мм	4150x3020x 2560
Общая масса станка, кг	7570

Lunap XH7145A. Система ЧПУ Fanuc

Вертикальный многоцелевой станок Lunap XH7145A с ЧПУ может адаптироваться к различным условиям работы, а также производить как грубую обработку деталей, так и чистовую. В дополнении к фрезерованию, этот станок используется для завершающего сверления, нарезания резьбы, расточных работ и различных других процессов.

Особенности:

1. Вертикальный многоцелевой станок отличается высокой скоростью, точностью и шпинделем высокой жесткости.
2. Основные элементы и станина нашего вертикального многоцелевого станка изготовлены из чугуна высокого качества со стабильной металлографической структурой, что гарантирует стабильность в работе.
3. Благодаря форме балки и структуре станины, значительно снижен уровень вибрации во время работы.
4. Система автоматической смазки периодически смазывает основные подвижные элементы станка.
5. Вертикальный многоцелевой станок оборудован пневматическими инструментами зажима, что значительно облегчает работу станка.

В таблице 15 приведены технические параметры вертикального многоцелевого станка XH7145A.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 15 - Технические параметры многоцелевого станка ХН7145А

Характеристика	Ед.	Технические параметры
Движение по оси X	мм	700
Движение по оси Y	мм	450
Движение по оси Z	мм	500
Расстояние между шпинделем и колонной	мм	460
Скорость подачи по оси X,Y	мм/мин	12000
Скорость подачи по оси Z	мм/мин	10000
Размер стола	мм	800×450
Мак. Грузоподъёмность стола	кг	600
Мак. Скорость шпинделя	об/мин	8000
Номинальная мощность главного двигателя	кВт	5.5/7.5
Пневматическое давление	мПа	0.6
Вес	кг	3500
Размер	мм	2500×2000×2450

На рисунке 11 изображен Вертикальный многоцелевой станок ХН7145А.



Рисунок 11 - Вертикальный многоцелевой станок XH7145A

3.5. Выбор режущего инструмента

Рассмотрим инструмент, применяемый для обработки детали, «Скоба»;

- Фреза дисковая;
- Фреза концевая цельная твёрдосплавная;
- Сверло твердосплавное;
- Сверло твердосплавное комбинированное;
- Раскатник твёрдосплавный.

Для операции 005 Разрезания детали примем фрезу дисковую 125x2,0x27 тип 2 средний зуб P6M5.

Отрезные (прорезные) дисковые фрезы применяются для прорезки прямых шлицев по ГОСТ 24669, пазов и отрезных работ в изделиях из стали и черных металлов.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отрезные (прорезные) фрезы по металлу согласно ГОСТ 2679 изготавливаются трех типов: тип 1 – с мелким зубом; тип 2 – со средним зубом; тип 3 – с крупным зубом.

Как правило, отрезные фрезы с мелким и средним зубом используют при разрезании тонких заготовок, тонкостенных труб, обработки стали и чугуна, а фрезы с крупным зубом – для отрезных работ, обработки магниевых, алюминиевых и других легких сплавов.

Дисковые отрезные (прорезные) фрезы применяются на ручных и автоматических горизонтально-фрезерных станках. Обычно отрезные и прорезные фрезы крепятся на станках при помощи специальной универсальной оправки. На оправке отрезная фреза держится за счет трения при затяжке колец гайкой. При тяжелых работах (разрезка толстых прутков, брусков и толстого листового металла) отрезная фреза надевается на шпонку. Отрезные (прорезные) фрезы $D = 32 - 250$ мм крепятся на оправках диаметром $d=8, 10, 13, 16, 22, 27$ и 32 мм.

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=60\ldots120$ м/мин [16, с. 747], $f=0,16\ldots0,32$ мм/об [16, с. 748].

Для операции 010 Фрезерование углов 23° и 15° примем фрезу концевую цилиндрическую $\varnothing 12$

Концевые фрезы применяются для обработки плоскостей, пазов и уступов, могут быть установлены на фрезерный станок или в ручной электроинструмент. Данный инструмент широко применяется для создания контурных уступов и выемок, обработки поверхностей, расположенных под прямым углом по отношению друг к другу.

Фреза может быть использована для получистовой и чистовой обработки, что зависит от размера зубьев. Инструмент с крупными режущими кромками применяется для получистовой обработки, с нормальным – для чистовой.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фреза концевая твердосплавная 4х10х32 (ц/х, ВК8, Z=4, цельная);

D-4 мм, I-10 мм, L-32 мм, материал-ВК8, Z-4.

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,18\text{мм/об}$, $V_c=80\text{м/мин}$ [17, с. 22].

Для операции 015 будут применены сверла и раскатники твердосплавные, сверло твердосплавное.

Твердосплавные сверла применяют для эффективного и производительного засверливания, рассверливания и сверления отверстий в цветных металлах и сплавах, так сверла назвали из-за применяемого материала для режущей части: изготавливается из специальных твердых сплавов, характеризующихся высокими показателями твердости, жаростойкости и износостойкости. Используется и для выполнения следующих технологических операций: снятия фасок и растачивания ранее выполненных отверстий.

Отличаются изделия материалом изготовления и конструктивными особенностями рабочей части. Материалами для их изготовления служат сплавы вольфрамо-карбидной группы.

Твердосплавные режущие инструменты обязательно жестко закрепляются в патроне оборудования и работают в жестких условиях – при больших скоростях. Поэтому внутреннюю часть сверл среднего и большого диаметра выполняют с канавками для подачи охлаждающего вещества. Это уменьшает износ режущих кромок и температуру нагрева, облегчает отвод стружки.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для обработки отверстий на детали «Скоба» применим сверло CoroDrill 860 изображено на рисунке 12.

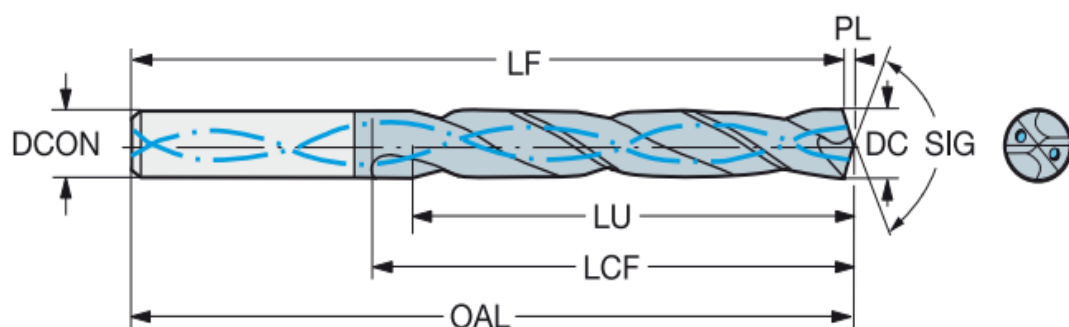


Рисунок 12 - Схема размеров сверла

Таблица 16 – Размеры инструмента:

переход	Операция	DC	LU	DCON	OAL	LF	LCF	PL
3.	сверлить 4 отв	4.2	13,2	6	66	65,4	24	0,6
2.	сверлить 1 отв	11	34,6	12	102	100,4	55	1,6
5.	сверлить 1 отв	9.3	29,3	10	89	87,6	47	1,4
6.	сверлить 2 отв	3.1	9,7	6	62	61,6	20	0,4
10.	сверлить 4отв	4.2	13,2	6	66	65,4	24	0,6
11.	сверлить 1отв	2.5	8,5	4	50	49,6	16	0,2

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=80...140\text{м/мин}$ [16, с. 747], $f=0,21...0,42\text{мм/об}$ [16, с. 748].

Раскатники твердосплавные предназначены для получения внутренней резьбы с ограничением – не более 4-х диаметров инструмента.

Резьбу на металлических деталях и заготовках можно получить разными способами, главное отличие раскатников – стружки при таком методе обработки нет.

Особенности раскатников (накатных метчиков):

Резьба получается путем деформации материала, поэтому он должен быть достаточно пластичным и/или иметь низкий коэффициент растяжения.

Ограничение по твердости металла или сплава – до 40 HRC.

Резьба накатывается в глухих или сквозных отверстиях.

Бывают с каналами для подачи СОЖ и без них. В большинстве случаев необходимо использовать технологические жидкости, при этом процент масла в них должен быть от 6-12%.

Раскатники оптимально использовать для получения внутренней резьбы в глухих и сквозных отверстиях при обработке цветных и черных металлов и сплавов. Алюминий, мягкая латунь, медь, бронза с преобладанием меди, цинк, свинцовые сплавы, низкоуглеродистая сталь, пластичная нержавеющая и жаропрочная сталь – выбор металлов и сплавов довольно богатый.

Преимущество получения резьбы раскатыванием:

Резьба на выходе получается лучше, чем нарезанная – более плотная, гладкая, прочная к смятию и стойкая к износу.

Высокое качество резьбы даже на вязких металлах и сплавах.

Производительность выше в 1,5 раза по сравнению с нарезанием резьбы с образованием стружки – допускаются высокие обороты.

Долгий срок службы инструмента – в среднем раскатник служит в 2 раза дольше обычного нарезного метчика.

В бесстружечном инструменте нет канавок, что увеличивает его прочность.

Недостатки метода нарезания резьбы раскатыванием:

Для работы необходим большой крутящий момент и мощное оборудование.

Метчик нужно зажимать в оправке достаточно жестко и крепко.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требуется более тщательная подготовка отверстия со строгими допусками.

Более высокая стоимость инструмента, по сравнению с резьбонарезными метчиками. Однако высокая скорость обработки, универсальность и долговечность инструмента в конечном счете – делают раскатники более экономически выгодным решением.

Подведем итог:

Если условия и задачи позволяют использовать бесстружные метчики-раскатники, то выгоднее применять их.

Для накатывания резьбы на детали «Скоба» применим:

Твёрдосплавные раскатники Walter Prototyp Protodyn® (S) HSC

Они обеспечивают максимальную скорость резания и высокую стойкость.

Преимущества:

Долгий срок службы и привлекательное соотношение цена-производительность.

Более редкая замена инструментов благодаря увеличенной стойкости.

На рисунке 13 изображён раскатник.

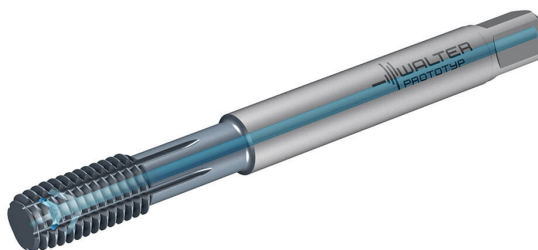


Рисунок 13 - Раскатник Walter Prototyp

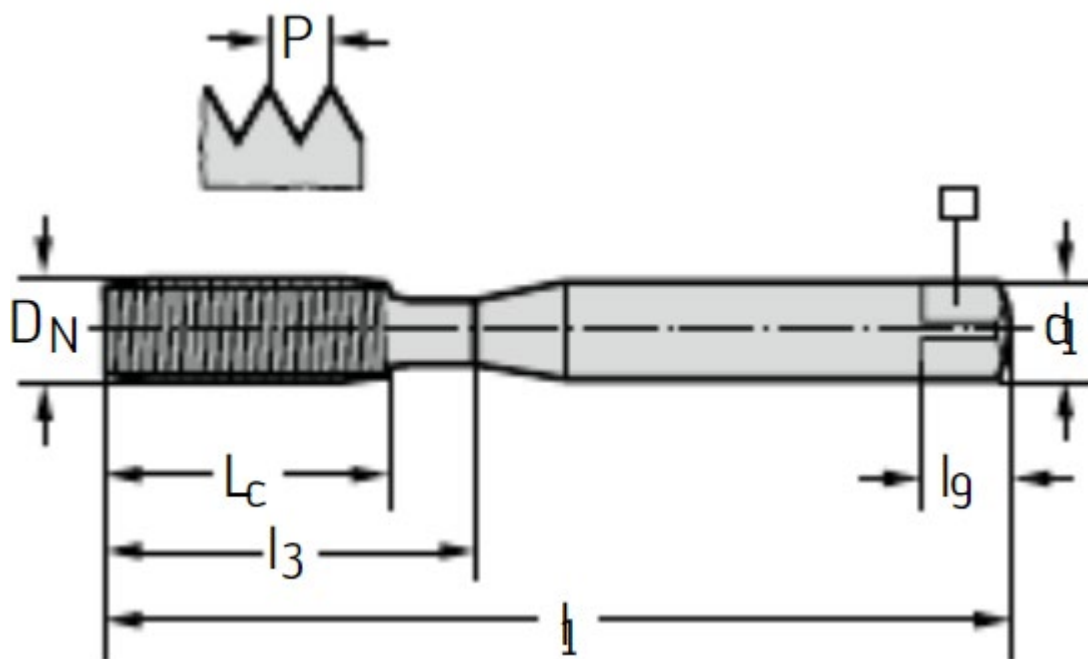


Рисунок 14 - Размеры раскатника

Таблица 17 - Размеры инструмента

переход	Операция	DN	P	LC	L3	D1	L1
7.	Накатка резьбы М5 4отв	M5	0.8	13	13	6	70
8.	Накатка резьбы М10 1отв	M10	1.5	20	39	10	100
12.	Накатка резьбы М3 1отв	M3	0.5	9	18	3.5	56

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=37\text{м/мин}$, $f=1,25\text{мм/об}$ [16, с. 1050].

3.6. Расчет режимов резания

Производительность и себестоимость обработки изделий на металлорежущих станках, качество обработанной поверхности зависят прежде всего от принятых режимов резания. Поэтому важен выбор их оптимальных значений при проектировании технологического процесса механической обработки.

Оптимальные, т.е. наивыгоднейшие, режимы резания выбираются из условий наиболее полного использования режущей способности инструмента.

Таблица 18 - Элементы режима резания по переходам

Операция	Переход	Инструмент	t, мм	S _о , мм/об	S _м , мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
005	1	Фреза дисковая	3.5	0,12	353	400	60
010	2	Фреза 12	6	0,25	462	1850	150
015 Установ А	3	Сверло Ø 4,2	0,4	0,15	394	2627	80
	4	Сверло Ø 11	1,2	0,3	450	1500	200
	5	Сверло Ø 9.3	0,5	0,25	462	1850	150
	6	Сверло Ø 3.1	0,25	0,12	353	2942	60
	7	Раскатник М5	7	0,5	250	500	50
	8	Раскатник М10	7	1,5	150	1000	150
	9	Фреза 12	7	0,25	462	1850	150
015 Установ Б	10	Сверло Ø 4.2	0,4	0,15	394	2627	75
	11	Сверло Ø 2.5	0,25	0,1	324	3245	50
	12	Раскатник М3	7	0,5	141	300	35

3.7. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [6, с. 99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з} \cdot n - 3}{n} + T_{шт}; \quad (13)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин.;

n – количество деталей в настроечной партии, шт.; $n=4$ шт

t_o – основное время, мин.;

t_b – вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{у.с}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{из}}, \quad (14)$$

$t_{\text{у.с}}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{\text{з.о}}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{\text{уп}}$ – время на приемы управления, мин.;

$t_{\text{из}}$ – время на измерение детали, мин.;

$t_{\text{об}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

Время на обслуживание рабочего места $t_{\text{об}}$ в массовом и серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание $t_{\text{орг}}$ и времени на техническое обслуживание $t_{\text{тех}}$ рабочего места:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}; \quad (15)$$

$t_{\text{от}}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Нормирование операции осуществляется с выбранными методами.

где $t_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{\text{орг}}$ - время на организационное обслуживание, мин.

Основное время [6, с. 100]:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_m} \quad (16)$$

где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с. 101]:

$$l = l_o + l_{\text{вр}} + l_n + l_{\text{сх}}, \quad (17)$$

где l_o - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{\text{вр}}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{\text{пер}}$ - величина перебега, мм.

Определим Тш-к на операцию 005 Фрезерная универсальная.

Установ А. Переход 1.

Разрезания детали на 2 части $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + 7_{\text{пер}} = 39 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 39 = 46$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{01} = \frac{46}{353} = 0,13$$

Определим Тш-к на операцию 010 Фрезерования углов 23° и 15° .

Установ А. Переход 2.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 23\text{мм}$

$$l_{\text{вр}} + 23_{\text{пер}} = \text{л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 + 23 = 29$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{02} = \frac{29}{462} = 0,06$$

Определим Тш-к на операцию 015 Комплексная с ЧПУ.

Установ А. Переход 3.

Сверлить последовательно 4 отверстия $\varnothing 4,2$. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2,5 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 2,5 = 9,5$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{03} = \frac{9,5}{394} = 0,024$$

Переход 4

Сверлить последовательно 1 отверстие $\varnothing 11$. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5,8 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 5,8 = 12,8$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{04} = \frac{12,8}{450} = 0,028$$

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 5

Сверлить последовательно 1 отверстие Ø 9,3. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4,9 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 4,9 = 11,9$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{05} = \frac{11,9}{462} = 0,025$$

Переход 6

Сверлить последовательно 2 отверстия Ø 3,1. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2,05 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 2,05 = 9,05$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{06} = \frac{9,05}{353} = 0,025$$

Переход 7

Раскатывать 2 отверстия М5 $l_0 = 10\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 5 = 15$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{07} = \frac{15}{250} = 0,06$$

Переход 8

Раскатывать 4 отверстия М10 $l_0 = 12\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 \text{ л} = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12 + 10 = 22$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{08} = \frac{22}{150} = 0,14$$

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 9

Фрезеровка размера $36 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 120 \quad l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 120 + 7 = 127$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{09} = \frac{127}{462} = 0,27$$

$$t_{\text{общ}} = 0.024 + 0.028 + 0.025 + 0.025 + 0.026 + 0.14 + 0.27 = 0.57 \text{ мин}$$

Определим Тш-к на операцию 015 Комплексная с ЧПУ.

Установ Б. Переход 10

Сверлить последовательно 2 отверстия $\varnothing 4,2$. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2,5 \quad l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 2,5 = 9,5$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{010} = \frac{9,5}{394} = 0,024$$

Переход 11

Сверлить последовательно 1 отверстия $\varnothing 2,5$. $l_0 = 7\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 \quad l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 2 = 9$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{011} = \frac{9}{324} = 0,027$$

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 12

Раскатывать 1 отверстие МЗ. $l_0 = 10\text{мм}$

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 2 = 12$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{012} = \frac{10}{141} = 0,07$$

Общее машинное время на установе Б

$$t_{\text{общ}} = 0,024 + 0,027 + 0,007 = 0,121$$

Общее машинное время на операции:

$$005 = 0,13 \text{ мин}$$

$$010 = 0,06 \text{ мин}$$

$$015 \text{ Установ А} = 0,57 \text{ мин}$$

$$020 \text{ Установ Б} = 0,12 \text{ мин}$$

Общее машинное время на всей операции:

$$t_o = 0,13 + 0,06 + 0,57 + 0,12 = 0,88 \text{ мин} * 4_{\text{дет}} = 3,52 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [6, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 1,22 \text{ мин.}; t_{\text{уп}} = 11,25 \text{ мин.}; t_{\text{изм}} = 5,24 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$t_{\text{в}} = 1,22 + 11,25 + 5,24 = 17,71 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оперативное время [8, с. 101]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 3,52 + 17,71 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [12, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 * t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 * 17,71}{100} = 1,06 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 * t_{\text{оп}}}{100} = \frac{8 * 17,71}{100} = 1,41 \text{ мин}$$

Время на отдых [8, с. 102]:

$$t_{\text{от}} = \frac{2.5 * t_{\text{оп}}}{100} = \frac{2.5 * 17,71}{100} = 0,44 \text{ мин}$$

Штучное время: $T_{\text{шт}} = 17,71 + 1,06 + 1,41 + 0,44 = 20,62$

Подготовительно-заключительное время [8, с. 216-217]:

$T_{\text{п.з.}} = 31 \text{ мин.}$

Тогда: $T_{\text{шт-к}} = \frac{31}{4} + 20,62 = 28,37 \text{ мин.}$

3.8. Разработка управляющей программы

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Скоба» предполагает использование Вертикального многоцелевого станка ХН7145А. Данный станок оснащен системой ЧПУ FANUC.

FANUC Ltd. является ведущим мировым производителем систем с ЧПУ. Стойки ЧПУ Fanuc – надежные и удобные системы, с громадным запасом функциональных возможностей.

Система Fanuc имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями: – программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM); – фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование; – циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком; – высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм. Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 3.6, Режимы резания представлены в таблице 18.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакатах 3 и 4. Инструментам присвоим номера Т1...Т6.

Управляющая программа представлена в таблице 19.

Таблица 19 - Управляющая программа для операции 015

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
G98G80G90G40G56	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T2M6	Выбор сверла (9.3)
S1800M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
M8	Включение СОЖ
G0X18Y-37.5	Быстрый подвод инструмента к детали по оси X Y
G43Z1H32F500	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z включение корректора выбор подачи
G01Z-11	Сверление на глубину 11мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G57	Выбор привязки
G0X18Y-37.5	Быстрый подвод инструмента к 2 детали
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-11	Сверление на глубину 11мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G58	Выбор привязки
G0X-18Y37.5	Быстрый подвод инструмента к 3 детали
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-11	Сверление на глубину 11мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G59	Выбор привязки
G0X-18Y37.5	Быстрый подвод инструмента к 4 детали
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-11	Сверление на глубину 11мм
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключение СОЖ
M5	Выключение шпинделя

Продолжение таблицы 19

1	2
G98G80G90G40G56	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T8M6(3.1)	Выбор сверла Ø3.1
S2122M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
M8	Включение СОЖ
G0X2Y-66.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
G43Z1H38F200	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z включение корректора выбор подачи
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
X34	Быстрое перемещение к 2 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G57	Выбор привязки для 2 детали
G0X2Y-66.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
X34	Быстрое перемещение к 3 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G58	Выбор привязки для 3 детали
G0X-2Y66.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
X-34	Быстрое перемещение к 3 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку

Продолжение таблицы 19

1	2
G59	Выбор привязки для 4 детали
G0X-2Y66.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
X-34	Быстрое перемещение к 3 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключение СОЖ
M5	Выключения шпинделя
G98G80G90G40G56	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T4M6(4.7)	Выбор сверла Ø4.7
S2221M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
M8	Включение СОЖ
G0X5Y-4.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
G43Z1H34F300	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z включение корректора выбор подачи
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
X31	Быстрое перемещение к отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G57	Выбор привязки для 2 детали
G0X5Y-4.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
X31	Быстрое перемещение к 2 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм

Продолжение таблицы 19

1	2
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G58	Выбор привязки для 3 детали
G0X-5Y4.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
X-31	Быстрое перемещение к 3 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G59	Выбор привязки для 4 детали
G0X-5Y4.5	Быстрый подвод инструмента к детали по осям X Y
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
X-31	Быстрое перемещение к 4 отверстию
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-10	Сверление на 10мм
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключение СОЖ
M5	Выключение шпинделя
G98G80G90G40G56	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T7M6(11.2)	Выбор сверла Ø11,2
S2000M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
M8	Включение СОЖ
G0X18Y-12.5	Быстрый подвод инструмента к детали по оси X Y
G43Z1H47F100	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z включение корректора выбор подачи
G01Z-12	Сверление на глубину 12мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G57	Выбор привязки
G0X18Y-12.5	Быстрый подвод инструмента к детали

Продолжение таблицы 19

1	2
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-12	Сверление на глубину 12мм
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G58	Выбор привязки
G0X-18Y12.5	Быстрый подвод инструмента к 3 детали
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-12	Сверление на глубину 11мм
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G59	Выбор привязки
G0X-18Y12.5	Быстрый подвод инструмента к детали
Z1	Быстрый подвод инструмента к детали по оси Z
G01Z-12	Сверление на глубину 12мм
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключение СОЖ
M5	Выключение шпинделя
G98G80G90G40G43	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T3M6(REZBA M10)	Выбор раскатника m10
M8	Включение СОЖ
S500M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
G99G84G90G56H33	Запуск цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X18Y-37.5Z-12R5P100F750	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G57H33	Запуск 2 цикла резьбонарезания выбор. Выбор привязки инструмента и корректора.
X18Y-37.5Z-12R5P100F750	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки

Продолжение таблицы 19

1	2
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G58H33	Запуск 3 цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X-18Y37.5Z-12R5P100F750	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G59H33	Запуск 4 цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X-18Y37.5Z-12R5P100F750	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключить СОЖ
M5	Выключения шпинделя
G98G80G90G40G43	Выбор абсолютной системы координат привязки инструмента отмена корректора
T10M6(REZBA M5)	Выбор раскатника м5
M8	Включение СОЖ
S500M3	Включение шпинделя по часовой стрелки
G99G84G90G56H35	Запуск цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X5Y-4.5Z-15R5P100F400	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
X31	Быстрое перемещение к 2 отверстию
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G57H35	Запуск 2 цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X5Y-4.5Z-15R5P100F400	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
X31	Быстрое перемещение к 2 отверстию

Окончание таблицы 19

1	2
G0Z25	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G58H35	Запуск 3 цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X-5Y4.5Z-15R5P100F400	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
X-31	Быстрое перемещение к 2 отверстию
G0Z5	Выход инструмента в безопасную точку
G99G84G90G59H35	Запуск 4 цикла резьбонарезания. Выбор привязки инструмента и корректора.
X-5Y4.5Z-15R5P100F400	Быстрый подвод раскатника к начальной точке, выбор подачи, безопасный выход после калибровки
X-31	Быстрое перемещение к 2 отверстию
G0Z100	Выход инструмента в безопасную точку
M9	Выключение СОЖ
M5	Выключение шпинделя
M30	Конец программы
%	

Текущая управляющая программа выполнена с минимальными издержками на перемещения инструмента. Используются циклы: нарезания резьбы, сверления и циклы фрезерования.

Выбраны оптимальные режимы резания что позволяет получить детали в соответствии требованиям чертежа. Максимально качественными и с минимальной трудоёмкостью.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится проектирование технологического процесса детали «Скоба» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 10000 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование Вертикального многоцелевого станка с ЧПУ, с применением специальных приспособлений.

При разработке проекта были учтены:

Тип производства – среднесерийный;

Свойства и особенности обрабатываемого материала, применение современного инструмента, разработана управляющая программа.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали. детали по двум вариантам – разрабатываемому варианту и по альтернативному (равновозможному) варианту.

4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (18)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к.

предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования.

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле:

$$g = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot K_3}, \quad (19)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа производства деталей, по проектируемому варианту $N_{\text{год}} = 10000$ шт.;

$F_{\text{об}}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени, $K_{\text{вн}} = 1,02$;

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства, $K_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [14]:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (20)$$

где $F_{\text{н}}$ – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):
при трёхсменной работе (станка хh7145a)

$$F_{\text{н}} = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для станка с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (20), составляет:

$$F_{об} = 5910 * \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно разделу 3.7 по формуле (13). Данные по расчетам сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и таблицу 21 по альтернативному варианту.

$$C_{ХН7145А} = \frac{0.46 * 965}{5378 * 0.85 * 1.02} = 0.09 \text{ шт}$$

$$C_{ир200} = \frac{0.95*965}{5378*0.85*1.02} = 0,19 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [14].

Таблица 20 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
ХН7145А	0,46	0,09	1	0,09
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,46$	0,09	$\Sigma C_n = 1$	

Таблица 21 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по альтернативному варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
ИР200ПМФ1	0,095	0,19	1	0,19
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,095$	0,19	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 22 по проектируемому варианту и в таблице 23 по альтернативному варианту.

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Многоцелевой станок	ХН7145А	1	7,5	7,5	2520,5				8252,5
Итого				7,5					8252,5

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 11% составляют $0,11 \cdot 8250,5 = 907,555$ т. руб.

Таблица 23 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ИР200	ПМФ1	1	14	13	1502,6				1502,6
Итого		1		13					1502,6

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 22% составляют $0,22 \cdot 1502,6 = 330,572$ т. руб.

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [14]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (21)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (22)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролёров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [14]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (23)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

$k_{\text{мн}}$ –коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{\text{мн}}=1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам.;

$N_{\text{год}} = 10000$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращённые предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (23).

Результаты вычислений сводим в таблицу 24 по проектируемому варианту и в таблицу 25 по альтернативному варианту.

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Многоцелевой станок ХН7145А	3	119,2	0,46	60,2	0,30
Итого				60,2	0,30

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 60,2 \cdot 10000 = 602000 \text{ руб.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_p = 1,15.$$

$$Ззп = 602000 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 803068 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на заработную плату станочников по альтернативному варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
ИР200 ПМФ1	3	119,2	0.95	127,7	0,61
Итого				127,7	0,61

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 127,7 \cdot 10000 = 127700 \text{ руб.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_p = 1,15.$$

$$Ззп = 127700 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 170351 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (24)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 10000$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$k_{\text{доп}} = 1,23$;

$C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [14]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (25)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,11 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, $n=3$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,11 \cdot 3}{8} = 0,04 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 6-ти станков:

$$Ч_{\text{элек}} = \frac{0,11 \cdot 3}{6} = 0,6 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролёров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,30 = 0,2 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,30 = 0,2 \text{ чел.}$$

По формуле (24) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{75,4 * 1682 * 0,4 * 1,23 * 1,2}{10000} = 75 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{трансп}} = \frac{66,9 * 1682 * 0,2 * 1,23 * 1,2}{10000} = 33 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{контр}} = \frac{65,7 * 1682 * 0,2 * 1,23 * 1,2}{10000} = 32 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 26 по проектируемому варианту и в таблице 27 по альтернативному варианту.

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	75,4	0,4	7,5
Транспортный рабочий	66,9	0,2	3,3
Электронщик	90,1	0,6	0,45
Контролёр	65,7	0,2	0,32
Итого		1,4	10,85

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 1,85 \cdot 10000 = 18500,0 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (22):

$$З_{\text{зп}} = 114080 + 18500 = 132850 \text{ руб.}$$

Таблица 27 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по альтернативному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	75,4	0,8	10,4
Транспортный рабочий	66,9	0,3	4,9
Электронщик	90,1	0,12	9,0
Контролёр	65,7	0,4	4,8
Итого		1,62	29,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 29,1 \cdot 10000 = 291000 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (18):

$$З_{зп} = 170351 + 327000 = 49751 \text{ руб.}$$

Страховые взносы.

Страховые взносы в фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

Проектируемый вариант $132850 \cdot 0,3 = 39855 \text{ руб.}$

Альтернативный вариант $203051 \cdot 0,3 = 60915 \text{ руб.}$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [14]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (26)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_э = 3,54 \text{ руб.}$

Производим расчеты по вариантам по формуле (26):

$$З_3(\text{XH7145A}) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,52}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 20,51 \text{ руб.};$$

$$З_3(\text{IP200}) = \frac{14 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,52}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 40,68 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 28 по проектируемому варианту и в таблицу 29 по альтернативному варианту.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
XH7145A	7,5	0,46	20,51
Итого			20,51

Таблица 29 – Затраты на электроэнергию по альтернативному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-Калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
IP200	14	0,95	40,68
Итого			40,68

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 2,51 \cdot 10000 = 25100 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_3 = 4,68 \cdot 10000 = 46800 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [14]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (27)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (28)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амН} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 5910$ ч.;

$k_з$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_з = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле (28):

$$C_{ам(xh7145a)} = \frac{2520500 \cdot 0,08 \cdot 0,48}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 18,9 \text{ руб.}$$

$$C_{ам(ир200)} = \frac{1520600 \cdot 0,08 \cdot 0,95}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 22,5 \text{ руб.}$$

Затраты на тешущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$Ц_{RE} = 901,5$ руб. Вычисления производим по формуле [14]:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{RE} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (29)$$

где ΣRe – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (29):

$$C_{\text{рем}}(\text{хх7145а}) = \frac{901,5 \cdot 0,11}{0,48 \cdot 1000} = 0,2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{рем}}(\text{ир200}) = \frac{901,5 \cdot 0,11}{0,95 \cdot 1000} = 0,15 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 30 по проектируемому варианту, а в таблицу 31 по альтернативному варианту.

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
хх7145а	2520,54	1	8	0,48	850,8	0,2

Таблица 31 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по альтернативному варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
ир200	1520,60	1	8	0,95	1940,6	0,15

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (27):

$$З_{\text{п}} = 850,8 + 0,2 = 850,82 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_{\text{п}} = 1940,6 + 0,15 = 1940,75 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$З_{\text{эи}} = (\text{Ц}_{\text{пл}} \cdot n + (\text{Ц}_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot \text{Ц}_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1}, \quad (30)$$

где $З_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$\text{Ц}_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$\text{Ц}_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$\text{Ц}_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{\text{компл}}$ - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента.

Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу 32 внесем параметры инструмента.

Таблица 32 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
005	Фреза дисковая	0,13	110	645	0,90	52
010	Фреза концевая	0,06	2565	780	0,90	20,54
015	Сверло 4,2	0,024	850	548	0,90	30,68
	Сверло 11	0,028	3240	625	0,90	60,72
	Сверло 9,3	0,025	2546	794	0,90	30,86
	Сверло 3,1	0,026	745	645	0,90	10,6
	Сверло 2,5	0,14	450	455	0,90	10,45
	Раскатник М10	0,024	7500	990	0,90	80,6
	Раскатник М5	0,027	3265	870	0,90	40,5
	Раскатник М3	0,007	2430	745	0,90	20,6
Итого		3,52	23701			357,55

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта.

Для альтернативного варианта будем использовать инструмент фирмы «Arno». Стоимость инструмента фирмы «Arno» на 16,82% ниже, чем стоимость инструмента фирмы «Walter» применяемого в проектируемом варианте. Расчетное время обработки по альтернативному варианту определено и по сравнению с проектируемым, на 42,38% выше. Учитывая все вышеперечисленные факторы, определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта:

$$Z_{\text{эл(альт)}} = 357,55 \cdot 0,956 \cdot 1.664 = 568,784 \text{руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 33.

Таблица 33 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант	Сумма, руб. Альтернативный вариант
Заработная плата с начислениями	60.2	120.7
Затраты на технологическую электроэнергию	20.5	40.7
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	850.85	1940,75
Затраты на инструмент	357,55	568,784
Итого	1289,1	2940,4

Определение экономической целесообразности от применения многоцелевого станка ХН7145А

Как видно из таблицы 33 себестоимость обработки детали по первому варианту меньше, так же капитальные вложения по первому варианту меньше в 2 раза чем по второму.

Применение многоосного станка ХН7145А более экономически целесообразно по сравнению с применением Станка ИР 200 ПМФ1

Годовая экономия от применения 1-го варианта составит:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{альт} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (31)$$

где $C_{б}$, $C_{пр}$ – технологическая себестоимость одной детали по альтернативному и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Тогда:

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (2940,4 - 1289,1) \cdot 10000 = 1651300 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (32)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (32):

$$Y_{оп} (xh7145a) = \frac{0,48}{0,48} \cdot 100\% = 100\%$$

Доля прогрессивного оборудования.

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{пр} = \frac{g_{пр}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (33)$$

где $g_{пр}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{пр} = 1$ шт.;

g_{Σ} – общее количества использованного оборудования, $g = 1$ шт.

$$Y_{пр} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции [14]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (34)$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (34):

$$B_{пр} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{28,37} = 4268,7 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 34 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 34 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
Годовой выпуск деталей	шт.	10000
Количество видов оборудования	шт.	3
Количество рабочих	чел.	3
Сумма инвестиций	тыс. руб.	907,555
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,48
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	1289,1
- затраты на инструмент		130,62
- заработная плата рабочих		60,2
- затраты на технологическую электроэнергию		20,5
- Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования		850,85
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Условно годовая экономия	руб.	1 651 300
Чистый дисконтированный доход	руб.	362,2
Производительность труда	шт/чел. год	4268,7
Рост производительности труда	%	100
Коэффициент загрузки оборудования	%	0,11

В результате проектирования технологического процесса механической обработки детали «Скоба» определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением многоцелевого станка ХН7145А, в сумме 1289,1 руб., что на 50,2% ниже, чем в альтернативном варианте с применением ИР200ФМС1.

Экономически целесообразно применить многоцелевой станок ХН7145А по сравнению с фрезерным станком с ЧПУ ИР200ФМС1.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В рамках дипломной работы разработаем учебную программу для переподготовки фрезеровщика по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» и разработаем занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

Необходимость переподготовки персонала для обслуживания Вертикального многоцелевого станка с ЧПУ, вводимого в проектируемый технологический процесс.

В базовом проекте механообработку детали «Скоба» производили рабочие по профессии:

- токарь универсал 4 разряда,
- фрезеровщик 4 разряда,
- слесарь 4 разряда.

Обработка производилась на универсальном оборудовании. В связи со сменой оборудования на вертикальный многоцелевой станок с ЧПУ модели ХН7145А для обработки детали «Скоба» необходимы рабочие по профессии: «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

Переподготовка ведется на базе Учебного центра АО "Уралэлектромедь".

5.1. Анализ содержания программы подготовки рабочих

1. Провести сравнительный анализ профессионального стандарта, ориентированного на подготовку рабочих по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением»

2. Разработать учебно-тематический план переподготовки фрезеровщиков четвертого разряда по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» на уровне третьего разряда.

3. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.

4. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию.

5.2. Анализ профессионального стандарта

Профессия «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

Квалификация: 3 разряд.

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.03.2017 № 265н. Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением должен иметь:

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование
- программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
- опыт практической работы не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

В таблице 35 приведено описание трудовых функций наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 35 – Описание трудовых функций наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	уровень квалификации	наименование	код
1	2	3	4	5
А	Наладка токарных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	3	Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/01.3
			Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/02.3
			Наладка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/03.3
			Изготовление пробной простой детали типа тела вращения и передача ее в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.3
			Подналадка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ в процессе работы	A/05.3
В	Наладка сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	4	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	B/01.4
			Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	B/02.4
			Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	B/03.4
			Изготовление пробной простой корпусной детали и передача ее в ОТК	B/04.4

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
			Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы	B/05.4
С	Наладка токарных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	4	Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	C/01.4
			Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	C/02.4
			Наладка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	C/03.4
			Изготовление пробной сложной детали типа тела вращения и передача ее в ОТК	C/04.4
			Подналадка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ в процессе работы	C/05.4
D	Наладка сверлильно-фрезерно - расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	4	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/01.4
			Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/02.4
			Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/03.4
			Изготовление пробной сложной корпусной детали и передача ее в ОТК	D/04.4
			Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей в процессе работы	D/05.4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – Наладка сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей т.к. деталь «Скоба», рассматриваемая в ВКР, отнесена к деталям средней степени сложности.

Данная трудовая функция, согласно Стандарту, имеет код В/01.4 и принадлежит к четвертому уровню квалификации. Анализ приведен в таблице 36.

Таблица 36 – Анализ стандарта

Обобщенная трудовая функция					
Наименование	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей			код В	Уровень квалификации 4
Происхождение обобщенной трудовой функции	Оригинал	Х	Заимствовано из оригинала	40.026	131
				код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта
1			2		
Возможные наименования должностей, профессий			Наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением 4-го разряда. Наладчик станков с программным управлением 4-го разряда. Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 4-го разряда		
Требования к образованию и обучению			Профессиональное обучение - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих; программы повышения квалификации рабочих, служащих или Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих		

Окончание таблицы 36

Требования к опыту практической работы	Не менее двух лет оператором обрабатывающих центров с числовым программным управлением при наличии профессионального обучения - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих; программы повышения квалификации рабочих, служащих Без требований к опыту практической работы при наличии среднего профессионального образования - программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке*(3)
	Прохождение противопожарного инструктажа*(4)
	Прохождение инструктажа по охране труда на рабочем месте*(5)

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей.

Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей.

Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей.

Изготовление пробной сложной корпусной детали и передача ее в ОТК.

Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей в процессе работы.

Выберем трудовую функцию – Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей.

Данная трудовая функция должна быть сформирована на 4-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 37.

Таблица 37 – Анализ трудовой функции Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра

Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для выверки приспособление умение пользоваться индикаторами средствами задания нуля заготовки
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Проверять на точность позиционирования станка приспособления детали
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.4 Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей

В итоге анализа данной трудовой функции можно проанализировать учебный план подготовки рабочих по профессии «наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4-го разряда в "Учебном центре" на базе АО "Уралэлектромедь

5.3. Анализ учебного плана подготовки рабочих по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Учебный план и программа предназначены для подготовки и повышения квалификации рабочих по профессии наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4 разряда. Программа содержит квалификационную характеристику, учебный план, программы теоретического и производственного обучения, экзаменационные билеты.

Квалификационная характеристика составлена в соответствие с требованиями ЕТКС и содержит требования к основным знаниям, умениям и навыкам, которые должны иметь рабочие указанной профессии и квалификации.

Продолжительность обучения при подготовке рабочих по профессии наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ:

– 4 разряда на 4 месяца (теоретическое обучение - 224 часов и производственное обучение - 96 часов);

Учебная программа теоретического обучения разработана с учетом знаний, полученных обучающимися профессионального обучения - программы профессиональной подготовки.

Теоретические занятия проводятся в специально отведенное время. Проведение теоретических занятий поручается (преподавателям теоретического обучения).

Программа производственного обучения составлена так, чтобы по ним можно было обучать наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ непосредственно на рабочем месте.

Производственное обучение проводится непосредственно на рабочем месте наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ под руководством опытного наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ (инструктора производственного обучения).

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

К концу обучения каждый рабочий должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии.

Квалификационная (пробная) работа производится за счет времени, отведенного на производственное обучение.

После окончания теоретического и производственного обучения проводится оценка знаний у слушателей в объеме настоящих программ в форме экзамена. В таблице 38 представлен Тематический план обучения наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 4 разряда.

Таблица 38 – Тематический план обучения

№ п/п	Предметы	Недели				Всего часов за курс обучения
		1-2	3-5	6-7	8	
		часов в неделю				
I	Теоретическое обучение					224
Общепрофессиональный цикл						
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Инструкции по охране труда и технике безопасности.	2	2	-	-	4
1.2	Производственную (по профессии) инструкцию и правила внутреннего трудового распорядка; безопасные и санитарно-гигиенические методы труда,	4	4	-	-	8

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5	6	7
1.3	Основные средства и приемы предупреждения и тушения пожаров на своем рабочем месте, участке; сигнализацию,	2	-	-	-	2
1.4	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы;	10	8	6	4	28
1.5	Правила чтения режимно-технологических карт обработки деталей;	3	2	1	1	7
1.6	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений; контрольно-измерительных инструментов и приборов;	4	2	4	2	12
1.7	Способы и правила механической и электромеханической наладки;	10	22	8	10	50

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5	6	7
1.8	Устройство, конструктивные особенности многоцелевых станков с программным управлением	6	8	5	5	24
1.9	Правила проверки станков на точность, манипуляторов и штабелеров на работоспособность и точность позиционирования;	5	5	8	1	19
1.10	Правила заточки, доводки и установки нормального и специального режущего инструмента;	2	24	6	2	42
1.11	Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; систему допусков и посадок, квалитеты и параметры шероховатости;	8	8	6	6	28
Профессиональный цикл						
II	Производственное обучение	24	24	24	24	96
	Консультации	-	-	-	8	8
	Квалификационный экзамен	-	-	-	8	8
	ИТОГО:	24	24	24	40	336

В таблице 39 покажем взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 39 - Взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

№ п/п	Предметы	Формируемые знания и умения по трудовой функции	Всего час
I	Теоретическое обучение		224
Общепрофессиональный цикл			
1	2	3	4
1.1	Инструкции по охране труда и технике безопасности.	-Понятие о Системе стандартов безопасности труда -Средства индивидуальной защиты -Требования безопасности труда и правила поведения - Виды инструктажей	4
1.2	Производственную (по профессии) инструкцию и правила внутреннего трудового распорядка; безопасные и санитарно-гигиенические методы труда,	-Основные опасные и вредные производственные факторы. -Классификация факторов (физические, химические и психофизиологические), -характеристика воздействия на организм человека. Вредные вещества. -Понятие о ПДК.-Производственная санитария - Производственная санитария. Общие понятия о профессиональных заболеваниях и производственном травматизме, классификация травм. -Оказание доврачебной помощи при травмировании,	8
1.3	Основные средства и приемы предупреждения и тушения пожаров на своем рабочем месте, участке; сигнализацию,	- Пожарная безопасность. Основные причины пожаров. -Классификация пожаро- и взрывоопасных помещений. -Основные системы пожарной защиты. -Порядок действия при возникновении пожара. -Меры по предупреждению и ликвидации пожара.	2

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4
1.4	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы;	<ul style="list-style-type: none"> - Физическая основа работы электротехнических устройств, их назначение в автоматических системах контроля. - Параметры электрических и магнитных цепей, элементы электрических цепей, виды их соединений, законы работы электрических и магнитных цепей, свойства магнитного поля. - Электрические цепи с параллельным соединением потребителей, -измерение электрических параметров, -расчет по законам Кирхгофа -функциональные схемы систем автоматического контроля с электротехническими устройствами. 	28
1.5	Правила чтения режимно-технологических карт обработки деталей;	<ul style="list-style-type: none"> -Понятие о взаимозаменяемости деталей. Стандартизация и нормализация деталей. - Свободные и сопрягаемые размеры. Точность обработки. Номинальные, действительные и предельные размеры. Допуск. Его назначение и определение. - Определение предельных размеров и допусков. Система квалитетов. 	7
1.6	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений; контрольно-измерительных инструментов и приборов;	<ul style="list-style-type: none"> -Штангенциркуль, штангенглубиномер с величиной отсчета по нониусу 0,1- 0,05 мм. - Устройство нониуса, отсчет по нему. -Приемы измерения. - Микрометр, его устройство, точность измерения. Приемы измерения. -Нутромеры и глубиномеры. Правила пользования ими. - Инструмент для проверки и измерения углов: шаблоны, угольники и угломеры. - Назначение и приемы пользования ими. - Предельные калибры (скобы и пробки) и их применение. -Радиусные шаблоны. - Инструмент для контроля резьбы (калибры, кольца, пробки, шаблоны). Правила пользования ими. - Индикатор. Его назначение и устройство. 	12

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4
1.7	Способы и правила механической и электромеханической наладки;	Наладка и подналадка станков с программным управлением: задачи, основные этапы, их содержание, последовательность выполнения, основные и вспомогательные операции, способы регулировки, порядок устранения мелких неполадок, контроль. Первичная наладка: понятие основные этапы, их содержание. Анализ работы станка: корректировка режимов обработки.	50
1.8	Устройство, конструктивные особенности многоцелевых станков с программным управлением, способы наладки,	-Общие сведения о многоцелевых станках и их классификация, особенности, назначение, общее устройство и применение. Числовое программное управление станками Конструктивные особенности многоцелевых станков с программным управлением (обрабатывающих центров). Наладка и техническая эксплуатация обрабатывающих центров.	24
1.9	Правила проверки станков на точность, манипуляторов и штабелеров на работоспособность и точность позиционирования;	- установка и смена приспособлений и инструмента; - проверка и контроль индикаторами правильности установки приспособлений и инструмента в системе координат; - установка различных приспособлений с выверкой их в нескольких плоскостях; - наладка координатной плиты; - наладка на холостом ходу и в рабочем режиме станка с ЧПУ; - наладка и регулировка обрабатывающих комплексов станков и систем станков	19
1.10	Правила заточки, доводки и установки режущего инструмента;	Режущий и вспомогательный инструменты для обрабатывающих центров. Требования к точности инструмента. Приспособления для настройки инструмента на размер вне станка.	42
1.11	Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; систему допусков и посадок, качества и параметры шероховатости;	Определение предельных размеров и допусков. Система допусков. -Зазоры и натяги. Посадки, их виды и назначения. -Система отверстия и система вала. - Таблица допусков. Обозначение допусков и посадок на чертежах. -Шероховатость поверхностей. -Классы чистоты поверхностей.	28

Окончание таблицы 38

Профессиональный цикл			
II	Производственное обучение	<ul style="list-style-type: none"> -Ознакомление с основными правилами поведения на территории предприятия. -Ознакомление с производством и рабочим местом наладчика станков - Инструктаж по охране труда на рабочем месте. - Ознакомление с правилами противопожарной и электробезопасности - Ознакомление с квалификационной характеристикой и порядком проведения производственного -Требования безопасности труда при выполнении работ по наладке механических и электромеханических устройств многооперационных станков 	96
III	Квалификационный экзамен	<ul style="list-style-type: none"> -По окончании обучения и с целью проверки усвоения и закрепления материала проводится проверка знаний в виде квалификационного экзамена. -Квалификационный экзамен проводится по экзаменационным билетам в соответствие с приложением А. 	8
ИТОГО:			336

Для дальнейшей разработки выберем из тематического плана раздел 1.8 Устройство, конструктивные особенности Многоцелевые станки с программным управлением.

5.4. Анализ содержания темы «Устройство, конструктивные особенности Многоцелевые станки с программным управлением» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

Тема включает в себя:

- Устройство многоцелевых станков с ЧПУ.
- Конструктивные особенности многоцелевых станков с программным управлением (обрабатывающих центров). Понятие об управляемой координате.
- Этапы настройки обрабатывающих центров.
- Крепежные приспособления. Пути сокращения вспомогательного времени.
- Основы электротехники и промышленной электроники.
- Физическая основа работы электротехнических устройств, их назначение в автоматических системах контроля.

Основные особенности многоцелевых станков.

Разделим тему на 6 уроков теоретического обучения, продолжительностью по 2 академических часа каждый.

Рассмотренный раздел ориентирован на формирование знаний об основных особенностях конструкций, назначении, и общем устройстве.

Далее разработаем фрагмент перспективно-тематического плана изучения данного раздела.

Цель перспективно-тематического планирования:

1. Определить принцип работы преподавателя и обучаемых, обеспечив ее целенаправленность и педагогически целесообразное, и экономное использование учебного времени для решения важнейших учебно-воспитательных задач;
2. Разработать систему занятий с эффективной реализацией принципов дидактики;

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Выстроить научно обоснованную систему методов теории развивающего обучения;

4. Разработать систему наглядных пособий, средств и форм организации познавательной деятельности студентов;

5. Наметить оптимальные пути реализации основных функций учебно-воспитательного процесса - обучающей, развивающей, воспитывающей.

Планирование предполагает включение в учебный процесс всех его основных звеньев: актуализация материала, сообщение нового материала, систематизация, закрепление и совершенствование знаний обучаемых, практическое применение усвоенного учебного материала, формирование у обучаемых умений и навыков, контроль за качеством знаний, умений и навыков.

Отбор содержания программного материала - важнейший компонент перспективно-тематического планирования. Здесь: выявляться ведущие идеи, понятия, закономерности, мировоззренческие идеи, значимые факторы, исторические, политические, практические сведения. Важно предусмотреть связь с ранее изученным и логику объяснения материала. Установить, какие новые знания, умения и навыки должны усвоить студенты, последовательность их формирования. Такая форма планирования помогает разнообразить методику ведения занятий, продумывать формы организации учебной деятельности, виды самостоятельной работы студентов.

Чрезвычайно важным является распределение времени на организующую, контролирующую и информационную части занятия.

Перспективный план занятия - своего рода организационный чертеж программного материала, где учтены все компоненты системы занятий, рассчитана логика учебного процесса, соблюдена преемственность содержания и методов обучения, проектируется формирование личности будущего специалиста, здесь реализуется принцип педагогического предвидения.

Компоненты плана преподаватель определяет в зависимости от учебной дисциплины и содержания программного материала темы, учебно-материальной базы кабинета, уровня подготовки студентов.

План является связующим элементом в системе учебно-планирующей документации между развернутым учебным планом и планами отдельных занятий теоретического обучения.

В таблице 40 представлен Перспективно-тематический план раздела «Устройство, конструктивные особенности Многоцелевые станки с программным управлением»

Таблица 40 - Перспективно-тематический план раздела «Устройство, конструктивные особенности Многоцелевые станки с программным управлением»

№ УРОКА	ПЛАН	
1	2	3
1	Тема урока	Общие сведения о многоцелевых станках и их классификация, особенности, назначение, общее устройство и применение. Числовое программное управление станками
	Цель урока	Сформировать знания об основных сведениях о металлорежущих станках и их классификации, особенностях, назначении, общем устройстве и применении; сформировать знания о числовом программном управлении станками.
	Метод обучения	рассказ, беседа, демонстрация презентации.
	Тип урока	Урок усвоения новых знаний
	Способ организации	Фронтальный
	ДСО	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды
	Д.3	Повторить новый материал.

Продолжение таблицы 40

1	2	3
2	Тема урока	Конструктивные особенности многоцелевых станков с программным управлением (обрабатывающих центров).
	Цель урока	сформировать знания о конструктивных особенностях и узлах многоцелевых станках с программным управлением.
	Метод обучения	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.
	Тип урока	Урок усвоения новых знаний
	Способ организации	Фронтальный
	ДСО	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды,
	Д.3	Повторить новый материал.
3	Тема урока	Наладка и техническая эксплуатация обрабатывающих центров.
	Цель урока	Обучающая - сформировать знания о способах наладки станков с ЧПУ и ее обеспечении. - сформировать знания об органах управления и настройке
	Метод обучения	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.
	Тип урока	Урок усвоения новых знаний

Окончание таблицы 40

1	2	3
	Способ организации	Фронтальный
	ДСО	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды,
	Д.3	Повторить новый материал.
4	Тема урока	Прогрессивные методы наладки
	Цель урока	Обучающая - сформировать знания о способах наладки станков с ЧПУ и ее обеспечении. - сформировать знания об органах управления и настройке
	Метод обучения	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования.
	Тип урока	Урок усвоения новых знаний
	Способ организации	Фронтальный
	ДСО	Учебное пособие, ПК, мультимедиа-проектор, экран, слайды,
	Д.3	Закрепить новый материал

В выпускной квалификационной работе из перспективно-тематического плана выберем тему «конструктивные особенности Многоцелевого станка с программным управлением».

Задачей методической части дипломного проекта является разработка методики проведения занятия теоретического обучения для подготовки наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 4-го разряда. Для данного проекта это будет переобучение рабочего фрезеровщика 3 разряда на наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 4 разряда.

В дипломном проекте технологический процесс предусматривает применение многоцелевого станка Lunan XH7145A, в связи с этим предлагаю расширить содержание урока и рассмотреть в качестве примера конструкцию, особенности и принцип действия многоцелевого станка с ЧПУ модели XH7145A.

5.5. Разработка плана учебного занятия по теме «многоцелевого станка Lunan XH7145A с числовым программным управлением»

Тема урока «Конструктивные особенности Многоцелевого станка с программным управлением».

Обучающая:

- сформировать знания о конструктивных особенностях и узлах многоцелевого станка с программным управлением.

Развивающая:

- развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление.

Воспитательная:

- воспитывать внимательность,

Тип урока - урок усвоения новых знаний.

Методы обучения - рассказ беседа, демонстрация презентации, Средства обучения - учебное пособие, ПК, проектор, слайды, многоцелевой станок XH7145A», оснастка.

Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке представлена в таблице 41.

Таблица 41 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа урока	Время этапа урока (мин)	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	5	- приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся - сообщение темы и цели урока	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке. Слушают, записывают тему урока.
2	Мотивация	5	Рассказывает о важности темы, показывает образцы обработанных деталей.	Слушают, смотрят
3	Актуализация опорных знаний учащихся	10	Опрос учащихся. Задаёт вопросы, комментирует, поправляет, если требуется, оценивает ответы.	Вспоминают материал предыдущего урока, отвечают на вопросы преподавателя, слушают, дополняют друг друга.
4	Объяснение нового учебного материала	45	Преподаватель, рассказывает новый материал, демонстрирует слайды по ходу рассказа, комментирует, наблюдает как учащиеся воспринимают новый материал. Слайды применяются для более лучшего запоминания материала, т.к. слуховое и визуальное восприятие повышает уровень запоминания на 70 % В процессе изложения преподаватель периодически проходит между рядами, смотрит, как конспектируют учащиеся материал, заинтересованы ли они.	Слушают, воспринимают и осмысливают новый материал.
5	Демонстрация Многоцелевого станка	15	Преподаватель демонстрирует Многоцелевой станок учащимся рассказывает о его особенностях, конструкции. Показывает центр в работе.	Смотрят, слушают, изучают
6	Закрепление новых знаний		Проводит фронтальный опрос. Оценивает ответы, если нужно, поправляет учащихся, задает наводящие вопросы. Судит по ответам об уровне усвоения нового материала учащимися.	запоминают, наблюдают

Конспект изложения нового материала

Вертикальный многоцелевой станок Lunan XH7145A с ЧПУ может адаптироваться к различным условиям работы, а также производить как грубую обработку деталей, так и чистовую. В дополнении к фрезерованию, этот станок используется для завершающего сверления, нарезания резьбы, расточных работ и различных других процессов.

Особенности:

1. Вертикальный многоцелевой станок отличается высокой скоростью, точностью и шпинделем высокой жесткости.
2. Основные элементы и станина нашего вертикального многоцелевого станка изготовлены из чугуна высокого качества со стабильной металлографической структурой, что гарантирует стабильность в работе.
3. Благодаря форме балки и структуре станины, значительно снижен уровень вибрации во время работы.
4. Система автоматической смазки периодически смазывает основные подвижные элементы станка.
5. Вертикальный многоцелевой станок оборудован пневматическими инструментами зажима, что значительно облегчает работу станка.

В методической части дипломного проекта был проведен, анализ содержания программы подготовки рабочих; анализ профессионального стандарта, анализ учебного плана подготовки рабочих по профессии «Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», анализ содержания темы «Устройство, конструктивные особенности Многоцелевые станки с программным управлением» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса .

В приложении Б приведена презентация для учащихся по освоению многоцелевого станка XH7145A.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе проектировался технологический процесс изготовления детали «Скоба» в компании АО «Уралэлектромедь» с помощью уникального метода получения заготовки в области порошковой металлургии с минимальными затратами на механическую обработку.

Применено современное оборудование с числовым программным управлением и современный металлорежущий инструмент с высокой стойкостью.

Для обслуживания данного высокоавтоматизированного оборудования проводится повышение квалификации «наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ» со 3-го разряда на 4-й, поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 265н «наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Устройство, конструктивные особенности Многоцелевого станка с программным управлением». Занятия ведутся на базе "Учебный центр" в структуре АО "Уралэлектромедь".

В методической части выпускной квалификационной работы разработан перспективно-тематический план подготовки рабочих, выделено учебное занятие по теме «конструктивные особенности многоцелевого станка с программным управлением», разработан план учебного процесса. Таким образом, в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

2. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.

3. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.

4. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.

5. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.

6. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

7. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

8. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

11. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

12. Электронный каталог «Walter», Система отверстий, 2019 г.

13. Электронный каталог «Pramet», твёрдосплавные фрезы, 2019 г.

14. Электронное руководство по эксплуатации Fanos Oi MC для системы многоцелевого станка.

15 Профессиональный стандарт <http://profstandart.rosmintrud.ru/> (Дата обращения 01.05.2019).

16. Процессы порошковой металлургии» Л. Г. Семухина, И. Н. Байкина
Издательство Сибирский федеральный университет, 2008. 8 с.

17. Электронный каталог «Sandvik», система резьбы, 2018 г.

18. Электронное обращение <http://moscowshpindel.ru/stati/> (дата обращения 24.05.2019)

19. Электронное обращение <http://3d-stanki.ru/spravochnik/populyarno-o-sovremennykh-stankakh-s-chpu> (дата обращения 15.05.2019)

20. Электронное обращение Гибкий производственный модуль ИР200ПМФ <http://www.8e.ru/print> (дата обращения 20.05.2019).

21. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/> (Дата обращения 24.04.2019).

					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

22. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833> (Дата обращения 21.04.2019).
23. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/> (Дата обращения 29.04.2019).
24. <https://e.lanbook.com/reader/book/50683/#1> (Дата обращения 13.04.2019).
25. <https://e.lanbook.com/reader/book/37007/#1> (Дата обращения 10.04.2019).
26. <https://e.lanbook.com/reader/book/37102/#1> (Дата обращения 10.04.2019).
27. <https://e.lanbook.com/reader/book/63256/#1> (Дата обращения 07.05.2019).
28. <https://e.lanbook.com/reader/book/49454/#1> (Дата обращения 07.05.2019).
29. <https://e.lanbook.com/reader/book/3722/#1> (Дата обращения 08.05.2019).
30. <https://e.lanbook.com/reader/book/50682/#1> (Дата обращения 18.04.2019).
31. <https://e.lanbook.com/reader/book/74589/#1> (Дата обращения 17.04.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Скоба	ДП 44.03.04.624.01	A1	1	
2. Формирование заготовки	ДП 44.03.04.624.Д01			
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.624.Д02	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.624.Д03	A1	1	
5. Управляющая программа на опер. 015	ДП 44.03.04.624.Д04	A1	1	
6 Техничко - экономический показатели	ДП 44.03.04.624.Д05	A1	1	
7. Перечень листов графических документов	ПРИЛОЖЕНИЕ А	A4	1	
7. Комплект слайдов презентации	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	A4	11	
8. Комплект документов технологического процесса	ПРИЛОЖЕНИЕ В	A4	5	

Многоцелевой станок Lunan XH7145A

Выполнил ст. гр. ЗТО-504

А.В. Лаубах

Многоцелевой станок Lunan XH7145A
предназначен для механической обработки
простых и сложных деталей.



Технические характеристики

Производитель	Lunan (Тайвань)
Модель	XH7145A
Год выпуска	2019
Система управления	Fanuc Oi-MO
Перемещение по осям X/Y/Z	700 / 450 / 500 мм
Расстояние от торца шпинделя до стола мин.-макс.	145-645 мм
Размер стола	800 / 450 мм
Макс. нагрузка на стол	6000 кг
Скорость рабочей подачи	1-5000 мм/мин
Ускоренное перемещение X,Y,Z	12/12/10 м/мин
Скорость вращения шпинделя	8000 об / мин
Мощность привода шпинделя	5.5 / 7.5 кВт
Конус шпинделя	BT40
Габаритные размеры	2500 × 2000 × 2450 мм

Описание

- Многоцелевой станок Lunan XH7145A . Произведён фирмой Lunan (Тайвань) с системой управления Fanuc Oi-MO. Год выпуска: 2019. Станок оснащен высокоскоростным шпинделем, автоматической смазкой подвижных элементов, системой автоматической подачи СОЖ вокруг шпинделя, сменщиком инструмента на 24 позиции, эл. маховиком, защитой кабинетного типа, портом передачи данных RS-232.

ФУНКЦИИ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА

- Большинство функций устройства управления станка располагаются спереди станка. Исключения составляют:
- Кнопка Tool Release (освобождение инструмента), расположенная на крышке задней бабки внутри рабочей зоны.
- Кнопки шагового перемещения для стандартного магазина инструментов, расположенные на левой стороне станка.
- Кнопки шагового перемещения для опционного магазина инструментов, расположенные на правой стороне станка.

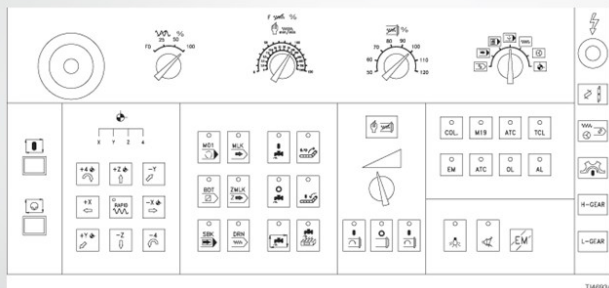
ПАНЕЛЬ ДИСПЛЕЯ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ



ЭКРАН УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ

- ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КЛАВИШИ
- Программируемые клавиши имеют различные функции, в зависимости от их применения. Функции программируемых клавиш отображаются внизу экрана устройства управления.
- ПРОГРАММИРУЕМАЯ КЛАВИША СЛЕВА
- Эта клавиша используется для возвращения к изначальному состоянию, после того, как был осуществлен доступ к функции с помощью нажатия программируемой клавиши.
- ПРОГРАММИРУЕМАЯ КЛАВИША СПРАВА
- Эта клавиша используется для отображения дальнейших функций программируемых клавиш, которые в данный момент не отображены. Эта клавиша также называется клавишей расширения программируемых клавиш.

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА



Основы управления



Edit (Редактирование)

Эта установка переключателя активирует режим редактирования. Режим редактирования позволяет оператору или программисту вводить новую программу или редактировать сохраненную программу



Automatic (Автоматический)

Эта установка переключателя активирует автоматический режим. Автоматический режим позволяет выполнение программы детали, сохраненной в памяти устройства управления и изменение программ детали, используя функцию фонового редактирования



Manual Data Input (MDI, ручной ввод данных)

Эта установка переключателя активирует режим ручного ввода данных. Режим ручного ввода данных позволяет ручной ввод временных блоков программы. Обратитесь к главе 3 для получения полного объяснения режима ручного ввода данных.



Jog (Ручное перемещение)

Эта установка переключателя активирует режим ручного перемещения. Режим ручного перемещения позволяет незапрограммированное перемещение осей через использование кнопок направлений осей.



Zero Return (Возврат к нулю)

Эта установка переключателя активирует режим возврата к нулю. Режим возврата к нулю позволяет оператору перемещать оси станка в исходное положение ("Home"). Этот режим активируется автоматически при включении питания.

Основы управления



Включение охлаждения (Coolant ON)

Эта кнопка включает насос охлаждения, независимо от запрограммированных M кодов для управления охлаждением. Включение охлаждения деактивирует режимы автоматическое охлаждение и отключение охлаждения.



Отключение охлаждения (Coolant OFF)

Эта кнопка выключает насос охлаждения, независимо от запрограммированных M кодов для управления охлаждением. Включение охлаждения деактивирует режимы автоматическое охлаждение и включение охлаждения.



Автоматическое охлаждение (Coolant Automatic)

Эта кнопка позволяет автоматическое управление охлаждением из программы детали. Охлаждение включается, когда устройство управления считывает M08, M13 или M14 в программе детали. Охлаждение отключается, когда считывается M00, M01, M02, M05, M09 или M30. Автоматическое охлаждение отключает режимы включения и отключения охлаждения.



Включение/выключение конвейера стружки

Эта кнопка позволяет оператору включать или выключать конвейер для стружки. Кнопка загорается, когда конвейер включен.



Направление конвейера стружки

Эта кнопка позволяет оператору обратить направление движения конвейера стружки. Кнопка загорается, когда конвейер стружки работает в обратном направлении.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.624. ПЗ

Лист

115

Основы управления

ФУНКЦИЯ РУЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

Управление скоростью ручного перемещения шпинделя

Этот переменный переключатель позволяет оператору регулировать скорость шпинделя при его ручном перемещении.

Вращение по часовой стрелке

Эта кнопка позволяет ручное перемещение шпинделя станка в направлении по часовой стрелке (если смотреть с верхней части станка), когда активен режим ручного перемещения (JOG), и защитные дверцы закрыты.

Остановка шпинделя

Эта кнопка позволяет отменить режим ручного перемещения шпинделя.

Вращение против часовой стрелки

Эта кнопка позволяет ручное перемещение шпинделя станка в направлении против часовой стрелки (если смотреть с верхней части станка), когда активен режим ручного перемещения (JOG), и защитные дверцы закрыты.

Рабочее освещение

Включает и выключает рабочий свет

БАРАБАННЫЙ МАГАЗИН ИНСТРУМЕНТОВ

Нажимайте кнопки "C" и "D", рисунок 1.6, чтобы дать оператору возможность вручную произвести цикл барабанного магазина инструментов, когда активен режим ручного перемещения (Jog).

МАГАЗИН ИНСТРУМЕНТОВ С КОЛЕБЛЮЩИМСЯ МАНИПУЛЯТОРОМ

Переключатель "E" и кнопка "F", рисунок 1.7 позволяют оператору станка вручную управлять магазином инструментов с колеблющимся манипулятором и менять инструментальный шпинделя, когда активен режим ручного перемещения (Jog).

КНОПКА АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКИ (EMERGENCY STOP)

Когда нажимается кнопка аварийной остановки, все движение станка и конвейера стружки останавливается. Вытяните кнопку аварийной остановки, чтобы высвободить ее. Панель управления оператора также оборудована кнопкой аварийной остановки.

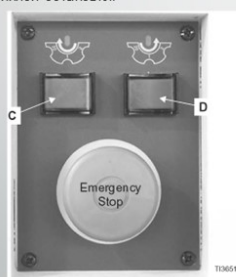


Рисунок 1.6 – Кнопки магазина инструментов для барабанного магазина инструментов.



Рисунок 1.7 – Средства управления магазином инструментов для магазина инструментов с колеблющимся манипулятором

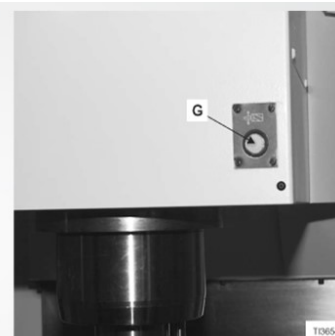


Рисунок 1.8 – Кнопка высвобождения инструмента.

ПРОЦЕДУРА ВОЗВРАТА К НУЛЮ (В ИСХОДНУЮ ПОЗИЦИЮ)

- ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ -

При возврате осей с помощью процедуры возврата к нулю, убедитесь, что не существует интерференции между креплениями, инструментарием или изделием.

НЕ пытайтесь вернуть оси в исходную позицию, если магазин(ы) инструментов не находится(ются) в исходной позиции.

1. Убедитесь, что магазин инструментов находится в исходной позиции (позиция возврата).
2. Выберите режим ручного перемещения (Jog).
3. Установите переключатель Feedrate/Jog Override на нужную скорость подачи.
4. Если необходимо, переместите оси станка в безопасное положение для перемещения.
5. Используйте кнопку -Z, чтобы переместить головку приблизительно на 1 дюйм (25 мм) в отрицательном направлении (вниз).
6. Используйте кнопку +X, чтобы переместить стол приблизительно на 1 дюйм (25 мм) в положительном направлении.
7. Используйте кнопку -Y, чтобы переместить стол приблизительно на 1 дюйм (25 мм) в отрицательном направлении.
8. Выберите режим возврата к нулю (Zero Return).
9. Нажмите кнопку +Z. Ось Z переместится в исходную позицию.
10. Нажмите кнопку -X. Ось X переместится в исходную позицию.
11. Нажмите кнопку +Y. Ось Y переместится в исходную позицию.
12. Если станок оборудован опционным вращательным столом, нажмите кнопку +B, чтобы пошагово переместить вращательный стол в исходную позицию.
13. При включении питания обрабатывающего центра с высоким крутящим моментом, станок готов к работе.
При включении питания высокоскоростного обрабатывающего центра, перейдите к процедурам прогрева шпинделя.

ПРОЦЕДУРА ОТКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ

1. Убедитесь, что начало цикла не активно. Лампа кнопки Cycle Start не горит.
2. Убедитесь, что программа была завершена, и что шпиндель и суппорты неподвижны.
3. Нажмите кнопку аварийной остановки.
4. Нажмите кнопку отключения устройства управления (Control OFF).

- ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ -

Если вы имеете высокоскоростной обрабатывающий центр, убедитесь, что давление воздуха лабиринтного воздушного уплотнения остается **ВКЛЮЧЕННЫМ** как минимум в течение 15 минут после остановки шпинделя. Это позволит шпинделю должным образом охладиться, не втягивая в него загрязнения.

Несоблюдение правильного охлаждения шпинделя на высокоскоростном обрабатывающем центре может привести к сбою шпинделя.

5. Выключите главный воздушный клапан "B", рисунок 2.2.
6. Выключите главный контактор "A", рисунок 2.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.624. ПЗ

Лист

117

РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ

Установка защиты программы

- Замечание -

ПАРАМЕТР KEYSER ДОЛЖЕН БЫТЬ УСТАНОВЛЕН НА ON, ЧТОБЫ ПОЗВОЛИТЬ РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ И ПАРАМЕТРОВ. KEYSER ДОЛЖЕН БЫТЬ УСТАНОВЛЕН НА OFF, КОГДА РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ НЕ ТРЕБУЕТСЯ.

1. Нажмите клавишу Offset Setting.
2. Нажмите правую программируемую клавишу, чтобы отобразить дополнительные функции программируемых клавиш.
3. Нажмите программируемую клавишу Operator.
4. Если необходимо, используйте клавиши Page ↑ или Page ↓, чтобы отобразить панель программного обеспечения оператора, которая имеет поле KeySet.
5. Используйте клавиши курсора, чтобы переместить курсор к полю KeySet на экране устройства управления.
6. Нажмите клавишу курсора, чтобы установить поле KeySet как это необходимо.

РЕЖИМ РУЧНОГО ВВОДА ДАННЫХ (MANUAL DATA INPUT)

- ЗАМЕЧАНИЕ -

Защитные дверцы охлаждения должны быть закрыты, чтобы включить режим ручного ввода данных.

Режим ручного ввода данных позволяет оператору вводить единичный блок несохраненных данных в память ручного ввода данных. Данные затем могут быть выполнены нажатием кнопки Cycle Start. После выполнения данных в памяти ручного ввода данных они стираются из памяти.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РУЧНОГО ВВОДА ДАННЫХ

- ЗАМЕЧАНИЕ -

Нажатие клавиши Reset очищает буфер ручного ввода данных.

1. Выберите режим ручного ввода данных (MDI).
2. Нажмите клавишу Program.
3. Нажмите клавишу Reset.
4. Введите данные в буфер ручного ввода данных, используя клавиши ввода данных.

ПРОГРАММЫ

ВВОД ПРОГРАММЫ С КЛАВИАТУРЫ

1. Выберите режим редактирования (Edit Mode)
2. Установите KeySet на ON. Обратитесь к "Установка защиты программы", страница 3-3.
3. Нажмите клавишу Program.
4. Введите букву O и номер программы на панели ручного ввода данных.
Пример: O1111
5. Нажмите клавишу Insert.
6. Нажмите клавишу EOB (конец блока).
7. Нажмите клавишу Insert.
8. Введите буквенный адрес и значение.
9. Нажмите клавишу Insert.
10. Нажмите клавишу EOB и клавишу Insert в конце каждого блока.
11. Повторите шаги с 8 по 10, чтобы ввести все данные.
12. Установите KeySet на OFF.

РЕЖИМ ВОЗВРАТА К НУЛЮ (ZERO RETURN)

- ЗАМЕЧАНИЕ -

Защитная дверца охлаждения должна быть закрыта, чтобы позволить движение осей в режиме возврата к нулю.

Режим возврата к нулю используется для синхронизации устройства управления и абсолютной системы координат станка.

Этот режим используется:

- при включении питания
- после использования блокировки станка

Обратитесь к разделу "Процедура возврата к нулю" в главе 2.

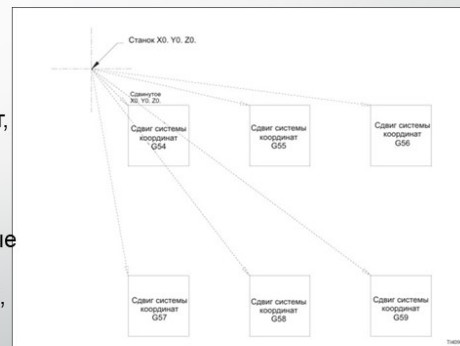
					ДП 44.03.04.624. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РАБОЧИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

УСТАНОВКА СМЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ КООРДИНАТ

Станок имеет установленную начальную позицию осей X, Y и Z. Если она не изменена смещением рабочих координат, начальная позиция осей X, Y и Z станка будет начальной позицией программы.

Начальная позиция программы – это расположение, от которого начинаются все абсолютные запрограммированные перемещения. Обычно расположение на изделии будет устанавливаться в качестве начальной позиции программы, через использование смещения рабочих координат.



СПИСОК G КОДОВ

Код	Группа	Определение
G00	1	Режим позиционирования быстрого хода
G01	1	Линейная интерполяция
G02	1	Крутовая интерполяция по часовой стрелке / Спиральная интерполяция
G03	1	Крутовая интерполяция против часовой стрелки / Спиральная интерполяция
G04	0	Задержка
G09	0	Точная остановка, не модальный
G10	0	Включение режима установки данных
G11	0	Выключение режима установки данных
G12	-	Крутовое фрезерование пазов – движение по часовой стрелке (станок без датчика инструмента)
G13	-	Крутовое фрезерование пазов – движение против часовой стрелки (станок без датчика инструмента)
G15	17	Отключение команды полярных координат
G16	17	Включение команды полярных координат
G17	2	Выбор плоскости XY
G18	2	Выбор плоскости XZ
G19	2	Выбор плоскости YZ
G20	6	Дюймовый ввод данных
G21	6	Метрический ввод данных
G22	4	Включение сохраненных ограничений хода
G23	4	Выключение сохраненных ограничений хода
G27	0	Проверка возврата к начальной позиции
G28	0	Возврат к начальной позиции
G29	0	Возврат от начальной позиции
G30	0	Возврат к позиции смены инструмента
G31	0	Функция пропуска
G39	0	Угловой сдвиг крутовая интерполяция

Код	Группа	Определение
G40	7	Отмена компенсации диаметра инструмента
G41	7	Компенсация диаметра инструмента (деталь справа)
G42	7	Компенсация диаметра инструмента (деталь слева)
G43	8	Компенсация длины инструмента
G49	8	Отмена компенсации длины инструмента
G50	11	Масштабирование выкл.
G51	11	Масштабирование вкл.
G52	0	Установка локальной системы координат
G54	14	Рабочая система координат 1
G55	14	Рабочая система координат 2
G56	14	Рабочая система координат 3
G57	14	Рабочая система координат 4
G58	14	Рабочая система координат 5
G59	14	Рабочая система координат 6
G60	0	Позиционирование в одном направлении
G61	15	Режим точной остановки
G62	15	Автоматическая коррекция углов
G63	15	Режим нарезания резьбы метчиком
G64	15	Режим резания
G65	0	Вызов немодального макроса
G66	12	Вызов модального макроса
G67	12	Отмена вызова модального макроса
G68	16	Включение вращения координат
G69	16	Выключение вращения координат
G71	-	Фрезерование прямоугольного паза - движение по часовой стрелке (станок без датчика инструмента)
G72	-	Фрезерование прямоугольного паза - движение против часовой стрелки (станок без датчика инструмента)
G73	9	Цикл ступенчатого сверления
G74	9	Цикл нарезания резьбы метчиком (левосторонняя)

СПИСОК М КОДОВ

Код	Определение	Стан дарт/Опц ия
M00	Остановка программы	с
M01	Опционная остановка	с
M02	Конец программы	с
M03	Шпиндель вращение вперед	с
M04	Шпиндель вращение обратно	с
M05	Остановка шпинделя	с
M06	Автоматическая смена инструмента	с
M08	Включение охлаждения	с
M09	Выключение охлаждения	с
M10	Включение тормоза вращательного стола	о
M11	Выключение тормоза вращательного стола	о
M13	Шпиндель вперед/включение охлаждения	с
M14	Шпиндель обратно/выключение охлаждения	с
M15	Остановка шпинделя/выключение охлаждения	с
M16	Выключение обдува шпинделя	с
M17	Включение обдува шпинделя	с
M19	Ориентирование шпинделя	с
M20	Отмена ориентирования шпинделя	с
M21	Включение зеркального отображения оси X	с
M22	Выключение зеркального отображения оси X	с
M23	Отмена зеркального отображения	с
M24	Включение рабочего освещения	с
M25	Выключение рабочего освещения	с
M29	Включение режима жесткого нарезания резьбы метчиком	с
M30	Конец программы	с
M41	Низшая передача шпинделя (только станки с высоким крутящим моментом)	с

Код	Определение	Стан дарт/Опц ия
M42	Высшая передача шпинделя (только станки с высоким крутящим моментом)	с
M48	Включение ручной коррекции шпинделя и скорости подачи	с
M49	Выключение ручной коррекции шпинделя и скорости подачи	с
M51	Включение охладителя стружки	с
M52	Выключение охладителя стружки	с
M53	Включение сквозного охлаждения шпинделя	о
M54	Выключение сквозного охлаждения шпинделя	о
M68	Включение конвейера стружки	о
M69	Выключение конвейера стружки	о
M71	Манипулятор инструментального магазина 1 ВНУТРЬ (исходная позиция)	с
M72	Манипулятор инструментального магазина 1 НАРУЖУ (шпиндель)	с
M73	Инструментальный магазин 1 зажатие шпинделем инструмента	с
M74	Инструментальный магазин 1 разжатие шпинделем инструмента	с
M75	Поиск номера инструмента в шпинделе	с
M76	Активация режима смены инструмента (магазин 1)	с
M77	Отмена режима смены инструмента (магазин 1)	с
M80	Автоматическое отключение питания	с
M81	Манипулятор инструментального магазина 2 ВНУТРЬ (исходная позиция)	о
M82	Манипулятор инструментального магазина 2 НАРУЖУ (шпиндель)	о
M83	Инструментальный магазин 2 зажатие шпинделем инструмента	о
M84	Инструментальный магазин 2 разжатие шпинделем инструмента	о
M85	Поиск номера инструмента в шпинделе (магазин 2)	о
M86	Активация режима смены инструмента (магазин 2)	о
M87	Отмена режима смены инструмента (магазин 2)	о
M98	Вызов подпрограммы	с
M99	Конец подпрограммы	с

Заключение

Многоцелевой станок Lunan XH7145A средней сложности станок который позволяет работать обученным наладчикам и операторам станков.

1. Вертикальный многоцелевой станок отличается высокой скоростью, точностью и шпинделем высокой жесткости.
2. Основные элементы и станина нашего вертикального многоцелевого станка изготовлены из чугуна высокого качества со стабильной металлографической структурой, что гарантирует стабильность в работе.
3. Благодаря форме балки и структуре станины, значительно снижен уровень вибрации во время работы.
4. Система автоматической смазки периодически смазывает основные подвижные элементы станка.
5. Вертикальный многоцелевой станок оборудован пневматическими инструментами зажима, что значительно облегчает работу станка.

